

Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan

Stoffdatenblätter

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: Christina Hartmann, Romana Hornek-Gausterer, Katharina Lenz (Umweltbundesamt), Manfred Clara, Karin Deutsch (BMLRT)

Gesamtumsetzung: Manfred Clara

Wien, 2021. Stand: 9. März 2021

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an abt-12@bmlrt.gv.at.

Inhalt

1 Einleitung	8
2 Allgemeine Informationen	9
2.1 Umweltqualitätsnormen.....	9
2.2 Risikobewertung.....	10
Bewertung auf Basis EMREG-OW.....	11
Bewertung aus der Modellierung (STOBIMO Spurenstoffe).....	11
2.3 Zustandsbewertung.....	13
2.4 Maßnahmen.....	14
2.4.1 Bestehende Maßnahmen.....	14
2.4.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen.....	22
3 Ammonium	24
3.1 Übersicht.....	24
3.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten.....	24
3.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag.....	26
3.3.1 Produktion und Verwendung.....	26
3.3.2 Eintrag in die Umwelt.....	27
3.4 Umweltqualitätsnormen.....	27
3.5 Umweltkonzentrationen in Österreich.....	29
3.6 Risikobewertung.....	30
3.6.1 Oberflächengewässer.....	30
3.6.2 Grundwasser.....	31
3.7 Zustand.....	31
3.7.1 Oberflächengewässer.....	31
3.7.2 Grundwasser.....	32
3.8 Maßnahmen.....	32
3.8.1 Bestehende Maßnahmen.....	32
3.8.2 Weiterführung der Maßnahmen.....	48
4 Polybromierte Diphenylether	50
4.1 Übersicht.....	50
4.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten.....	51
4.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag.....	53
4.3.1 Produktion und Verwendung.....	53
4.3.2 Eintrag in die Umwelt.....	54
4.4 Umweltqualitätsnormen.....	54
4.5 Umweltkonzentrationen in Österreich.....	55

4.6 Risikobewertung	60
4.6.1 Oberflächengewässer	60
4.6.2 Grundwasser	61
4.7 Zustand	62
4.7.1 Oberflächengewässer	62
4.7.2 Grundwasser	62
4.8 Maßnahmen.....	63
4.8.1 Bestehende Maßnahmen	63
4.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen	70
5 Benzo(a)pyren und Fluoranthen	71
5.1 Übersicht.....	71
5.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten	72
5.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag	75
5.3.1 Produktion und Verwendung	75
5.3.2 Eintrag in die Umwelt	77
5.4 Umweltqualitätsnormen.....	77
5.5 Umweltkonzentrationen in Österreich.....	79
5.6 Risikobewertung	82
5.6.1 Oberflächengewässer	82
5.6.2 Grundwasser	85
5.7 Zustand	85
5.7.1 Oberflächengewässer	85
5.7.2 Grundwasser	87
5.8 Maßnahmen.....	87
5.8.1 Bestehende Maßnahmen	87
5.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen	97
6 Ethylendiamintetraessigsäure.....	99
6.1 Übersicht.....	99
6.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten	99
6.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag	102
6.3.1 Produktion und Verwendung	102
6.3.2 Eintrag in die Umwelt	103
6.4 Umweltqualitätsnormen.....	103
6.5 Umweltkonzentrationen in Österreich.....	103
6.6 Risikobewertung	104
6.6.1 Oberflächengewässer	104
6.6.2 Grundwasser	105

6.7 Zustand	105
6.7.1 Oberflächengewässer	105
6.7.2 Grundwasser	106
6.8 Maßnahmen.....	107
6.8.1 Bestehende Maßnahmen	107
6.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen	111
7 Nickel.....	113
7.1 Übersicht.....	113
7.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten	114
7.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag	116
7.3.1 Produktion und Verwendung	116
7.3.2 Eintrag in die Umwelt	116
7.4 Umweltqualitätsnormen.....	117
7.5 Umweltkonzentrationen in Österreich.....	118
7.6 Risikobewertung	120
7.6.1 Oberflächengewässer	120
7.6.2 Grundwasser	123
7.7 Zustand	123
7.7.1 Oberflächengewässer	123
7.7.2 Grundwasser	123
7.8 Maßnahmen.....	124
7.8.1 Bestehende Maßnahmen	124
7.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen	138
8 Perfluoroktansulfonsäure (PFOS).....	139
8.1 Übersicht.....	139
8.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten	140
8.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag	142
8.3.1 Produktion und Verwendung	142
8.3.2 Eintrag in die Umwelt	143
8.4 Umweltqualitätsnormen.....	144
8.5 Umweltkonzentrationen in Österreich.....	145
8.6 Risikobewertung	146
8.6.1 Oberflächengewässer	146
8.6.2 Grundwasser	149
8.7 Zustand	150
8.7.1 Oberflächengewässer	150
8.7.2 Grundwasser	151

8.8 Maßnahmen.....	151
8.8.1 Bestehende Maßnahmen	151
8.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen	156
9 Quecksilber	157
9.1 Übersicht.....	157
9.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten	158
9.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag	161
9.3.1 Produktion und Verwendung	161
9.3.2 Eintrag in die Umwelt	161
9.4 Umweltqualitätsnormen.....	162
9.5 Umweltkonzentrationen in Österreich.....	163
9.6 Risikobewertung	166
9.6.1 Oberflächengewässer	166
9.6.2 Grundwasser	168
9.7 Zustand	168
9.7.1 Oberflächengewässer	168
9.7.2 Grundwasser	169
9.8 Maßnahmen.....	169
9.8.1 Bestehende Maßnahmen	169
9.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen	189
10 Tributylzinnverbindungen.....	190
10.1 Übersicht.....	190
10.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten	190
10.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag	193
10.3.1 Produktion und Verwendung	193
10.3.2 Eintrag in die Umwelt	194
10.4 Umweltqualitätsnormen	194
10.5 Umweltkonzentrationen in Österreich.....	195
10.6 Risikobewertung.....	197
10.6.1 Oberflächengewässer	197
10.6.2 Grundwasser	199
10.7 Zustand	199
10.7.1 Oberflächengewässer	199
10.7.2 Grundwasser	200
10.8 Maßnahmen	200
10.8.1 Bestehende Maßnahmen	200
10.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen	205

11	Referenzen	206
11.1	Rechtsnormen und Richtlinien (aus Zusammenfassungsverzeichnis übernehmen)	206
11.1.1	Nationale Regelungen	206
11.1.2	Europäische Regelungen	212
11.2	Studien und Fachliteratur	222
	Tabellenverzeichnis	238
	Abbildungsverzeichnis	242
	Abkürzungen	243

1 Einleitung

Der Bericht enthält Stoffdatenblätter für die Stoffe der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer, für die bei der Bewertung des Gewässerzustandes für den Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 eine Zielverfehlung ausgewiesen wurde, mit der Ausnahme von Nonylphenolen und von Zink. Dies sind:

- Prioritäre Stoffe zur Bewertung des chemischen Zustands:
 - Polybromierte Diphenylether (PBDE)
 - Benzo(a)pyren
 - Fluoranthen
 - Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)
 - Quecksilber
 - Tributylzinnverbindungen (TBT)
- National geregelte Schadstoffe zur Bewertung des ökologischen Zustands:
 - Ammoniumstickstoff (NH₄-N)
 - Ethylendiaminotetraessigsäure (EDTA)

Die einzelnen Stoffdatenblätter sind einheitlich aufgebaut und wie folgt strukturiert:

1. Übersicht
2. Stoffeigenschaften und Umweltverhalten
3. Quellen, Verursacher und Umwelteintrag
4. Umweltqualitätsnormen
5. Umweltkonzentrationen in Österreich
6. Risikobewertung
7. Zustand
8. Maßnahmen

2 Allgemeine Informationen

Die allgemeinen Informationen gelten für alle Stoffe, für die Datenblätter erstellt wurden.

2.1 Umweltqualitätsnormen

Das Kapitel Umweltqualitätsnormen (UQN) fasst die verfügbaren Vorgaben zusammen. Neben den in der QZV Chemie Oberflächengewässer angeführten UQN zur Bewertung des chemischen und ökologischen Zustands werden Bewertungskriterien für andere Schutzgüter angeführt. Diese Informationen sind den Stoffdatenblättern der prioritären Stoffe entnommen, die entsprechend dem Leitfaden zur Gütezielableitung (Europäische Kommission, 2011a) erstellt wurden.

In Richtlinie 2008/105/EG (UQN-Richtlinie) geändert durch Richtlinie 2013/39/EU und national umgesetzt in der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) sind UQN für die Wasserphase sowie für Biota festgesetzt.

Die Wasser-UQN wurden zum Schutz der aquatischen Biozönose und dem Schutz des Menschen beim Konsum von Trinkwasser abgeleitet. Hierbei sind zwei Arten von UQN vorgesehen:

- die Jahresdurchschnitts-UQN (JD-UQN) zum Schutz vor Folgen einer Langzeitexposition bzw. einer chronischen Belastung und
- die zulässige Höchstkonzentration-UQN (ZHK-UQN) zum Schutz vor Folgen einer Kurzzeitexposition bzw. einer akuten Belastung.

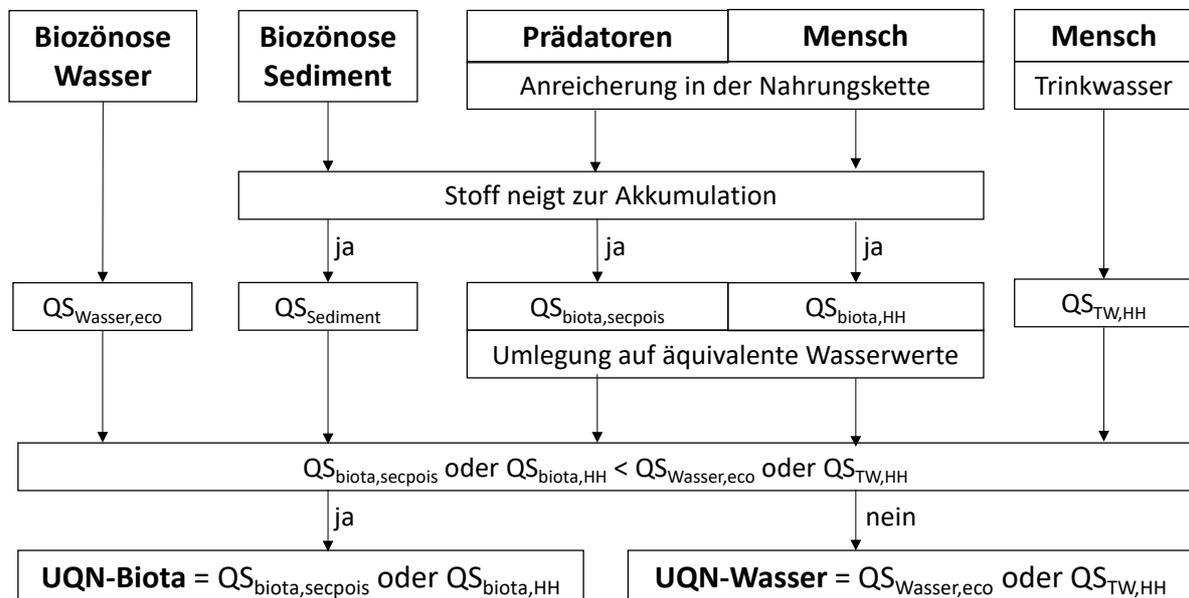
Entsprechend diesen Zielsetzungen erfolgt die Ableitung der UQN auf Basis von Daten über akut bzw. chronisch toxische Wirkungen.

Biota-UQN wurden vor allem für bioakkumulierende Stoffe festgelegt und berücksichtigen den Schutz der Prädatoren vor der Anreicherung über die Nahrungskette sowie den Schutz der menschlichen Gesundheit vor schädlichen Auswirkungen durch den Verzehr

von mit Chemikalien kontaminierten Lebensmitteln wie Fischen, Weich- und Krebstieren, Ölen, etc.

Das jeweils strengste Bewertungskriterium wurde für die UQN-Festlegung verwendet. Die zu berücksichtigenden Schutzgüter bei der UQN-Ableitung sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Es ist anzumerken, dass für einige Stoffe bzw. Stoffgruppen die Wasser-UQN aus den Biota-UQN abgeleitet wurden und sehr niedrige Werte ausweisen.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Schutzgüter, die bei der Ableitung von Umweltqualitätsnormen zu berücksichtigen sind (aus Europäische Kommission, 2011a)



Zusätzlich zu den UQN für Oberflächengewässer sind die Schwellenwerte und die Ausgangspunkte für die Trendumkehr aus der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW, BGBl. II Nr. 98/2010 idgF) angegeben.

2.2 Risikobewertung

Für alle Oberflächen- und Grundwasserkörper ist in regelmäßigen Abständen eine Abschätzung des Risikos der Zielverfehlung durchzuführen. Diese Analyse wurde 2004 erstmals erstellt (BMLFUW, 2005) und in den Jahren 2013 (BMLFUW, 2014a) und 2020 (BMLRT, 2020a) aktualisiert. Hinsichtlich der stofflichen Belastungen wurde zwischen jenen aus Punktquellen (kommunale Kläranlagen, industrielle Direkteinleiter) und aus

diffusen Quellen (z.B. Landwirtschaft, Verkehr, atmosphärische Deposition, etc.) unterschieden.

Datengrundlage für die Beurteilung von Punktquellen in Österreich ist seit 2009 das Emissionsregister Oberflächengewässer (EMREG-OW). Eine Beurteilung von diffusen Stoffeinträgen in Oberflächengewässer erfolgte anhand von Monitoringergebnissen und Modellierungen. Eine solche Modellierung wurde für Österreich für ausgewählte Stoffe im Rahmen des Projektes STOBIMO Spurenstoffe durchgeführt (siehe BMNT, 2019a).

Bewertung auf Basis EMREG-OW

Bei der Auswirkungsanalyse und Risikobewertung für signifikante Belastungen ausschließlich aus Punktquellen wurden zwei Auswertungen unterschieden:

1. Zum einen wurden die in EMREG-OW erfassten Jahresfrachten von Direkt- und Indirekteinleitungen bewertet.
2. Zum anderen wurde für jene Stoffe, die im Zuge des Untersuchungsprogrammes Kommunale Kläranlagen (BMLFUW, 2017a) als relevant bewertet wurden, eine detaillierte Beurteilung durchgeführt. Dazu wurden die Daten aus EMREG-OW verwendet und Datenlücken mithilfe von Mediankonzentrationen aus dem Kläranlagenuntersuchungsprogramm befüllt.

Die Einleitungen wurden Wasserkörpern zugeordnet und für all jene Wasserkörper, in die eine Einleitung erfolgte, wurden die Einzugsgebiete abgegrenzt. Insgesamt wurden ca. 540 Wasserkörper berücksichtigt. Die Einleitungen in den Einzugsgebieten wurden aufsummiert und mittels des Abflusses eine rechnerische Gewässerkonzentration bestimmt. Dabei wurden sowohl Niederwasserabflüsse (MJNQT) als auch mittlere Abflüsse (MQ) verwendet. Die rechnerisch bestimmten Gewässerkonzentrationen wurden mit den JD-UQN und den ZHK-UQN verglichen.

Bewertung aus der Modellierung (STOBIMO Spurenstoffe)

Die in Österreich verwendete einzugsgebietsbezogene Stoffmodellierung berücksichtigt mehrere potentielle Eintragungspfade in die aquatische Umwelt und orientiert sich an einer pfadorientierten Emissionsmodellierung, wie sie im europäischen Leitfaden zum Emissionsinventar (Europäische Kommission, 2012) vorgeschlagen wird. Mittels des Modells Modelling of Regionalised Emissions (MoRE) wurde eine regionalspezifische

Emissionsmodellierung auf Ebene von 754 Teileinzugsgebieten für die Jahre 2009-2014 durchgeführt, wobei die Stoffeinträge verschiedener Quellen über verschiedene Eintragspfade mithilfe empirischer Ansätze berechnet wurden. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik, der verwendeten Eingangsdaten und der Ergebnisse enthält BMNT (2019a). Berücksichtigt wurden die Einträge über:

- Kommunale Kläranlagen
- Industrielle Direkteinleitungen
- Atmosphärische Deposition auf Gewässerflächen
- Erosion von landwirtschaftlichen Nutzflächen (Ackerland und Grünland) und von natürlichen Flächen (Wald). Bei den Metallen wurden zudem noch erosive Einträge von vergletscherten und hochalpinen Flächen berücksichtigt
- Oberflächenabfluss
- Dränagen
- Unterirdischer Zustrom über Grundwasser und Zwischenabfluss
- Mischwasserentlastungen und Regenwassereinleitungen aus Trennkanalisationen in urbanen Gebieten
- Außerurbane Verkehrsflächen

In den Teileinzugsgebieten der Modellierung sind eine Vielzahl von Oberflächenwasserkörpern (OWK) zusammengefasst. Die Umlegung der Bewertung der Teileinzugsgebiete auf die enthaltenen Wasserkörper erfolgte je nach Hauptquelle (Punktquelle, sonstige kommunale Einträge, Landwirtschaft) unterschiedlich (BMLRT, 2020a):

- Hauptquelle Punktquellen: Bei einem Frachtanteil aus der emittierten Gesamtfracht von > 40% aus Punktquellen erfolgte keine flächige Umlegung der Bewertung des Einzugsgebiets aus der Modellanwendung. Hier werden nur die Wasserkörper im Gebietsauslass bewertet, für die eine mögliche signifikante Beeinträchtigung ermittelt wurde.
- Hauptquelle diffus (Erosion): Erfolgt der Haupteintrag in einem Einzugsgebiet über die Erosion (> 40% der Gesamtemission) und liegt der Eintrag über Punktquellen unter 40% werden alle OWK im jeweiligen Einzugsgebiet mit einer möglichen signifikanten Beeinträchtigung ausgewiesen.
- Hauptquelle diffus (Oberflächenabfluss und unterirdischer Zustrom über Grundwasser und Interflow): Erfolgt der Haupteintrag in einem Einzugsgebiet über Oberflächenabfluss und unterirdischem Zustrom (> 40% der Gesamtemission) und

liegt der Eintrag über Punktquellen unter 40% wurden alle OWK im jeweiligen Einzugsgebiet mit einer möglichen signifikanten Beeinträchtigung ausgewiesen.

Im Anschluss an die emissionsseitige Abschätzung wurden für alle Wasserkörper mit einer signifikanten Beeinträchtigung zur Bewertung des Risikos der Zielverfehlung die auf Grundlage der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) erhobenen und ausgewerteten Gütemessdaten aus der überblicksweisen und operativen Überwachung sowie Messdaten von Landesmessstellen herangezogen. Bei Einhaltung der Umweltqualitätsnormen gemäß Qualitätszielverordnung (QZV) Chemie OG sowie QZV Ökologie OG wurde (auch wenn weniger als monatliche Gütedaten pro Jahr vorlagen) der betroffene Wasserkörper mit „kein Risiko“ ausgewiesen. Bei Überschreitungen und monatlichen Gütedaten wurde dem Wasserkörper ein „sicheres Risiko“ hinsichtlich des überschrittenen Parameters zugeordnet. Lagen keine weiteren Messdaten vor wurde dem Wasserkörper ein „mögliches Risiko“ zugeordnet.

Detaillierte Informationen zu dieser Vorgehensweise sind in BMLRT (2020a) dokumentiert.

2.3 Zustandsbewertung

Die Zustandsbewertung für Oberflächengewässer basiert auf den Vorgaben der QZV Chemie OG (BGBl. II Nr. 96/2006 idgF), die Umweltqualitätsnormen für den guten chemischen Zustand und für die chemischen Komponenten des guten ökologischen Zustandes für synthetische und nicht-synthetische Schadstoffe festlegt. Die Bewertung des chemischen Zustands erfolgt aufgrund dieser Qualitätsziele für die gemeinschaftsrechtlich geregelten prioritären Stoffe, wohingegen die national geregelten Schadstoffe in die Bewertung des guten ökologischen Zustands einfließen.

Die Vorgehensweise bei der Zustandsbewertung unterscheidet drei verschiedene Fälle (BMLRT, 2020a).

- Bewertungstyp A – Zustandsbewertung aufgrund von Messdaten: OWK mit oder ohne Risiko, in denen Messergebnisse vorliegen, werden als gut oder nicht gut (Bewertungstyp A) bewertet. Die Bewertung erfolgt nach der QZV Chemie OG.
- Bewertungstyp B – Ausweisung des guten Zustandes ohne Messdaten: OWK ohne Risiko, in denen keine Messergebnisse vorliegen, werden als gut (Bewertungstyp B) bewertet. Gruppierung: OWK mit Risiko, bei denen repräsentative Messergebnisse

aus vergleichbaren OWK einen guten Zustand ausweisen werden als gut (Bewertungstyp B) bewertet.

- Bewertungstyp C – Vorläufige Zustandsbewertung als nicht gut ohne Messdaten: OWK mit Risiko und ohne Messdaten, welche nicht die Kriterien des guten Zustands erfüllen, werden vorläufig als nicht gut (Bewertungstyp C) bewertet.

Die Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW, BGBl. II Nr. 98/2010 idgF) definiert den guten chemischen Zustand für Grundwasser anhand von Schwellenwerten für Schadstoffe und gibt Kriterien zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung vor. Diese Kriterien umfassen unter anderem eine stufenweise Ausweisung von Grundwasserkörpern als Beobachtungs- und voraussichtliche Maßnahmengebiete. Ein Grundwasserkörper wird als Beobachtungsgebiet ausgewiesen, wenn mehr als 30% der Messstellen als gefährdet eingestuft werden. Bei mehr als 50% gefährdeten Messstellen liegt ein voraussichtliches Maßnahmengebiet vor.

2.4 Maßnahmen

In diesem Abschnitt werden Rechtsnormen beschrieben, die für mehrere der berücksichtigten Stoffe gesetzliche Vorschriften enthalten. Die stoffspezifischen Regelungen sind in den jeweiligen Abschnitten angeführt.

2.4.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH): Mit der REACH-Verordnung wurde das Chemikalienrecht europaweit vereinheitlicht und der Wissensstand über Gefahren und Risiken, die von Chemikalien ausgehen können, laufend verbessert. Zu diesem Zweck wurde ein zentrales Register mit Daten über in Europa vermarktete chemische Stoffe angelegt. Für besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC) und für SVHC-Kandidatenstoffe gelten besondere Vorgaben (z.B. Informationsverpflichtungen gem. REACH Art. 7, 31 und 33). Diese beziehen sich teils nicht nur auf die angeführten Stoffe als solche oder in Gemischen, sondern auch auf ihr Vorkommen in Erzeugnissen. Auf Anfrage eines Verbrauchers müssen EU- oder EWR-Lieferanten von Erzeugnissen, die Stoffe der Kandidatenliste in einer Konzentration von mehr als 0,1 Massenprozent enthalten, angeben. EU- und EWR-Hersteller oder -Importeure von Erzeugnissen müssen die

Europäische Chemikalienagentur (ECHA) benachrichtigen, wenn ihr Erzeugnis einen Stoff der Kandidatenliste enthält. Diese Verpflichtung gilt, wenn der Stoff in den betreffenden Erzeugnissen in Mengen von mehr als einer Tonne pro Produzent/Importeur pro Jahr enthalten ist und wenn der Stoff in den betreffenden Erzeugnissen in einer Konzentration von mehr als 0,1 Massenprozent (w/w) enthalten ist (ECHA, 2021a).

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung): Die Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen und Gemischen ist wesentlich zur Sicherstellung eines hohen Schutzniveaus für Gesundheit um Umwelt und für die Ermöglichung des freien Güter- und Warenverkehrs. Sie ist außerdem Ausgangspunkt für die Gefahrenkommunikation und umfassend mit anderen Rechtsvorschriften verknüpft.

Verordnung (EU) Nr. 649/2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien: Die Verordnung (EU) Nr. 649/2012 setzt das Rotterdamer Übereinkommen um und geht zum Teil darüber hinaus. Sie definiert die vorherige Zustimmung nach Inkenntnissetzung (Prior Informed Consent, PIC) und regelt die Ein- und Ausfuhr bestimmter gefährlicher Chemikalien. Unternehmen, die diese Chemikalien in Länder ausführen möchten, die sich außerhalb der EU befinden, sind bestimmte Verpflichtungen auferlegt. Ziel ist damit die Förderung der gemeinsamen Verantwortung sowie der Zusammenarbeit im internationalen Handel mit gefährlichen Chemikalien zum Schutz von Gesundheit und Umwelt. Dies erfolgt dadurch, dass Entwicklungsländern Informationen bereitgestellt werden, wie gefährliche Chemikalien gelagert, transportiert, verwendet sowie entsorgt werden können. Das PIC-Verfahren, das von der Kommission und den bezeichneten nationalen Behörden durchgeführt wird, wird seit 2. September 2014 über das e- PIC System der ECHA abgewickelt. In die Kontrolle der Aus- und Einfuhr ist neben den Überwachungsorganen der Bundesländer auch der Zoll eingebunden. Dessen Arbeitsrichtlinie wurde in der Finanzdokumentation (Findok) des Bundesministeriums für Finanzen verlautbart. Der Abschnitt über Chemikalien, die der PIC-Verordnung unterliegen, umfasst alle in den entsprechenden Anhängen der PIC-Verordnung aufgelisteten Chemikalien. Die in Teil 1 von Anhang I aufgelisteten Chemikalien unterliegen dem Verfahren der Ausfuhrnotifikation (ECHA, 2021b).

Stockholm-Übereinkommen und Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe (POP): Das Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe (Stockholm-Konvention) ist eine Übereinkunft über völkerrechtlich bindende Verbots- und Beschränkungsmaßnahmen für bestimmte langlebige organische

Schadstoffe (persistent organic pollutants, POP). Die Verordnung (EU) 2019/1021 (POP-Verordnung), die der Umsetzung des internationalen Stockholmer Übereinkommens in der EU dient, ist die aktuelle Neufassung dieser Verordnung, die seit Mitte Juli 2019 in Kraft ist.

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung): Im Zuge der Richtlinie 2010/75/EU (Industrieemissionsrichtlinie, IER), welche die Grundlage für die Genehmigung, den Betrieb, die Überwachung und die Stilllegung besonders umweltrelevanter Industrieanlagen bildet, werden laufend sogenannte BVT-Schlussfolgerungen (BVT, beste verfügbare Techniken) erstellt und überarbeitet. Diese empfehlen den unterschiedlichen Industriesparten einzusetzende Technologien und daraus erwartbare Emissionsgrenzwerte für ausgewählte Schadstoffe (mit den besten verfügbaren Techniken assoziierte Emissionswerte, BAT-AEL). Die BVT-Schlussfolgerungen müssen innerhalb von vier Jahren in nationales Recht umgesetzt werden. In Österreich erfolgt die Umsetzung der Vorgaben für Abwasseremissionen laufend im Zuge der Überarbeitung der nationalen branchenspezifischen Abwasseremissionsverordnungen.

Richtlinie 98/83/EG über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Richtlinie (EU) 2020/2184 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung) und

Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (BGBl. II Nr. 304/2001 idgF, Trinkwasserverordnung – TWV): Die Richtlinie 98/83/EG (Trinkwasserrichtlinie) hat zum Ziel, die menschliche Gesundheit vor nachteiligen Einflüssen, die sich aus der Verunreinigung von für den menschlichen Gebrauch bestimmtem Wasser ergeben, zu schützen. Laut der Richtlinie sind sog. Parameterwerte für bestimmte Substanzen bzw. Substanzgruppen festgesetzt, die so gewählt wurden, dass Wasser für den menschlichen Gebrauch ein Leben lang unbedenklich verwendet werden kann. Die Umsetzung der Richtlinie auf nationaler Ebene erfolgt mittels der Trinkwasserverordnung (BGBl. II Nr. 304/2001).

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln: Die Verordnung Nr. 1881/2006 (Kontaminanten-Verordnung) setzt für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln Höchstgehalte fest, die nach Möglichkeit so festgelegt sind, dass sie durch eine gute Landwirtschafts-, Fischerei und Herstellungspraxis

vernünftigerweise erreichbar sind und das mit dem Verzehr von Lebensmitteln verbundenen Risiko berücksichtigen. Damit soll gewährleistet werden, dass zum Schutz der öffentlichen Gesundheit Maßnahmen ergriffen werden, um Kontaminanten soweit als möglich zu reduzieren bzw. zu vermeiden.

**Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL),
Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und**

Richtlinie 2013/39/EU zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik: In der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL) ist in Artikel 16 die Strategie gegen die Wasserverschmutzung festgelegt. Zu deren Bekämpfung sind spezifische Maßnahmen sowie Umweltqualitätsnormen (UQN) festgelegt. Damit soll ein Ordnungsrahmen für den Gewässerschutz geschaffen werden. In Anhang X der WRRL ist eine Liste mit prioritären und prioritär gefährlichen Stoffen festgelegt, die mit den Richtlinien 2008/105/EG (UQN-Richtlinie) und 2013/39/EU überarbeitet wurde und für welche UQN festgesetzt wurden. Diese UQN dienen der Sicherstellung eines angemessenen Schutzes der aquatischen Umwelt und der menschlichen Gesundheit. Es wird zwischen JD-UQN (zum Schutz vor Folgen einer Langzeit-Exposition) und ZHK-UQN (zum Schutz vor Folgen einer kurzzeitigen Exposition) unterschieden. Für prioritäre Stoffe gibt die WRRL zudem vor, dass Emissionen, Einleitungen und Verluste schrittweise zu verringern sind, wohingegen die Emissionen, Einleitungen und Verluste der prioritären gefährlichen Stoffe schrittweise einzustellen sind.

Die WRRL sowie die UQN-Richtlinie wurden in Österreich im **Wasserrechtsgesetz (WRG, BGBl. Nr. 215/1959 idgF)** und in verschiedenen Verordnungen umgesetzt:

- **Gewässerzustandsüberwachungsverordnung, BGBl. II Nr. 479/2006 idgF (GZÜV):** Bei der Überwachung wird im Allgemeinen zwischen der überblicksweisen (rund 100 permanente Messstellen) und der operativen Überwachung (temporäre Messstellen, an welchen nur jene Parameter gemessen werden, für die eine Gefährdung der Zielverfehlung gegeben ist) unterschieden. In Abhängigkeit der jeweiligen Messstellenart sind unterschiedliche Überwachungen vorgeschrieben (BMLFUW, 2017b). Die Überwachung folgt einem 6-jährigen Beobachtungszyklus, wobei sich das Untersuchungsprogramm einerseits innerhalb des Beobachtungszyklus ändert (Erst- und Wiederholungsbeobachtung) und andererseits auch eine Differenzierung auf

Grund der Art der Messstelle erfolgt. Die Überblicksmessstellen beinhalten auch fünf sogenannte Trendmessstellen zur langfristigen Trendermittlung bezüglich der Konzentrationen von prioritären Stoffen in Sedimenten und/oder Fischen. Für diese Messstellen ist eine Erstbeobachtung und eine Wiederholungsbeobachtung (zwei Jahre nach Ende der Erstbeobachtung) vorgesehen. Die Überwachung von Sedimenten hat 1x/Jahr zu erfolgen.

- **Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF (QZV Chemie OG):** In der QZV Chemie OG werden die chemischen Parameter für den chemischen Zustand und die chemischen Parameter für den ökologischen Zustand definiert.
- **Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser, BGBl. II Nr. 98/2010 idgF (QZV Chemie GW):** Die QZV Chemie GW zielt darauf ab, den guten chemischen Zustand sowie die hinsichtlich des Verschlechterungsverbots maßgeblichen Kriterien zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung zu bezeichnen. Dies erfolgt unter anderem durch die Festlegung von Schwellenwerten für Schadstoffe, von Kriterien für die Ermittlung und Beurteilung von Messergebnissen, von Kriterien für die Ermittlung von Trends und von Ausgangspunkten für die Trendumkehr.
Die QZV Chemie GW sieht die Möglichkeit der Ausweisung von Beobachtungs- und voraussichtlichen Maßnahmengebieten vor. Der Landeshauptmann hat für einen Grundwasserkörper hinsichtlich eines Schadstoffes ein Beobachtungsgebiet zu bezeichnen, wenn an zumindest 30% aller beobachteten Messstellen eines Grundwasserkörpers die Beschaffenheit des Grundwassers als gefährdet einzustufen ist. Ein voraussichtliches Maßnahmensgebiet ist hinsichtlich eines Schadstoffes zu bezeichnen, wenn i) an zumindest 50% aller beobachteten Messstellen eines Grundwasserkörpers die Beschaffenheit des Grundwassers als gefährdet einzustufen ist oder ii) ein signifikanter und anhaltender steigender Trend festgestellt wird.
- **Emissionsregisterverordnung 2017, BGBl. II Nr. 207/2017 idgF (EmRegV-OW 2017):** Laut Artikel 4 der WRRL und §59a des WRG sind relevante Emissionen prioritärer Stoffe in einem Emissionsregister zu erfassen. Diese Vorgabe wurde im Emissionsregister Oberflächengewässer (EMREG-OW) umgesetzt, das alle wesentlichen Belastungen durch Stoffe aus nach wasserrechtlichen Vorschriften bewilligten Punktquellen erfasst. Dazu zählen kommunale Kläranlagen mit einer Kapazität ≥ 2.000 Einwohnerwerten sowie wasserrelevante industrielle Direkteinleiter (erfasste Anlagen gemäß Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen) und Direkteinleiter größer als 4.000 EW aus bestimmten Lebensmittelbranchen gemäß Richtlinie 91/271/EWG.

- **Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996 idgF) und branchenspezifische Abwasseremissionsverordnungen:** Die Einleitung von Abwasser in einen Vorfluter ist in der Regel bewilligungspflichtig, wobei die vorzusehende Abwasserreinigung dem Stand der Technik zu entsprechen hat und gefährliche Abwasserinhaltsstoffe sowie sonstige negative Auswirkungen auf das Gewässer (z.B. durch Erwärmung) soweit wie möglich vermieden werden müssen. Seitens der Behörde werden meist die branchenspezifischen Grenzwerte der Abwasseremissionsverordnungen (AEV) vorgeschrieben, sofern nicht aufgrund einer Vorbelastung des Gewässers ein niedrigerer Grenzwert erforderlich ist. Die Branchen-AEV sind in Ergänzung zur AAEV zu sehen. Sind für bestimmte Schadstoffe keine Werte in der Branchen-AEV enthalten, so sind die entsprechenden Grenzwerte aus der AAEV anzuwenden.
- **Indirekteinleiterverordnung (IEV, BGBl. II Nr. 222/1998 idgF):** Die IEV gilt für die Einleitung von Abwasser, dessen Beschaffenheit mehr als geringfügig von der des häuslichen Abwassers abweicht, in die wasserrechtlich bewilligte Kanalisation eines anderen (Indirekteinleitung). Die Einleitung in eine öffentliche Kanalisation bedarf dann einer wasserrechtlichen Bewilligung, wenn das Abwasser aus einem von insgesamt 22 ausdrücklich aufgelisteten Herkunftsbereichen stammt. Stammt das Abwasser nicht aus einem dieser 22 Herkunftsbereiche, ist die Einleitung dann wasserrechtlich bewilligungspflichtig, wenn bestimmte Schwellenwerte für Tagesfrachten gefährlicher Abwasserinhaltsstoffe überschritten werden (§ 3 IEV).

Das **Wasserrechtsgesetz (WRG 1959)** sieht weiters die folgenden Maßnahmen zur Begrenzung des Schadstoffeintrags in Gewässer vor:

- **WRG 1959 – Bewilligungspflicht für Einleitungen (§§ 32 und 32b) und Begrenzungen nach dem kombinierten Ansatz (§§ 30g und 33b):** Mehr als geringfügige Einwirkungen auf Gewässer, insbesondere Einbringungen von Stoffen in Gewässer mit den dafür erforderlichen Anlagen (§ 32) sowie Indirekteinleitungen aus bestimmten Herkunftsbereichen und solche, die festgelegte Mengenschwellen überschreiten (§ 32b), sind bewilligungspflichtig. Für alle diese Abwassereinleitungen hat die Behörde jedenfalls Begrenzungen nach dem Stand der Technik festzulegen. Für Abwassereinleitungen aus verschiedenen Herkunftsbereichen wurden mit Verordnungen des BMLRT unter Bedachtnahme auf die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse und den Stand der Technik Grenzwerte für die typischerweise zu erwartenden Schadstoffe bzw. Parameter festgelegt. Reichen die Begrenzungen nach dem Stand der Technik nicht aus, um die Umweltziele zu erreichen, sind strengere

Emissionsbegrenzungen festzulegen (kombinierter Ansatz). Sofern keine Abwasseremissionsverordnung zur Regelung des Standes der Technik besteht, erfolgt die Festlegung von Emissionsbegrenzungen in einer Einzelfallbeurteilung.

- **WRG 1959 – Gewässeraufsicht (§§ 130ff):** Überprüfung der Einhaltung der Rechtsvorschriften sowie der im Einzelnen für Wasserbenutzungsanlagen getroffenen Vorschriften. Die Gewässeraufsicht überprüft von Amts wegen den Zustand der Gewässer sowie, ob die in Bescheiden getroffenen Vorschriften (z.B. Auflagen, Standards/Stand der Technik) bzw. Emissionsbegrenzungen eingehalten werden. Zur Gewässeraufsicht gehört auch die Überwachung zu Ermittlungszwecken.
- **WRG 1959 – Anpassungsverpflichtung für rechtmäßig bestehende Anlagen (§ 33c):** In den Abwasseremissionsverordnungen sind Fristen für die Anpassung von rechtmäßig bestehenden Anlagen an die in der Verordnung festgelegten Emissionswerte festgelegt. Eine Verkürzung oder Erstreckung der Sanierungsfrist ist im Einzelfall bei Vorliegen der gesetzlichen Voraussetzungen möglich.
- **WRG 1959 – Abänderung von Bewilligungen aus öffentlichen Interessen (§ 21a):** Gemäß § 21a kann die Behörde, wenn öffentliche Interessen trotz Einhaltung der im Bescheid geregelten Auflagen nicht hinreichend geschützt sind, z.B. andere oder zusätzliche Auflagen vorsehen oder Anpassungsziele festlegen.
- **WRG 1959 – Herstellung des gesetzmäßigen Zustandes (§ 138):** Sofern eine bestehende Bewilligung überschritten wird oder eine Tätigkeit, die einer Bewilligung bedarf, ohne Einholung derselben ausgeführt wird, hat die Behörde denjenigen, der diese „eigenmächtige Neuerung“ gesetzt hat – sofern es das öffentliche Interesse erfordert oder ein Betroffener es verlangt – dazu zu verhalten, diese wieder zu beseitigen bzw. die dadurch verursachten Missstände zu beseitigen.

Verordnung über weitere Verbote und Beschränkungen bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Fertigwaren (Chemikalien-Verbotsverordnung 2003 – Chem-VerbotsV 2003, BGBl. II Nr. 477/2003 idGF): Zur Vermeidung von Gefahren für das Leben oder die Gesundheit von Menschen und für die Umwelt legt diese Verordnung Verbote und Beschränkungen hinsichtlich der Herstellung, des Inverkehrsetzens und der Verwendung bestimmter Stoffe, Zubereitungen und Fertigwaren fest, die gefährliche Eigenschaften im Sinne des §3 Abs. 1 ChemG 1996 aufweisen oder deren Herstellung, Inverkehrsetzen und Verwendung mit Risiken verbunden sind.

Horizontale GAP Verordnung (BGBl II Nr. 100/ 2015 idgF in Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 über die Finanzierung, die Verwaltung und das Kontrollsystem der Gemeinsamen Agrarpolitik): Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, Mindeststandards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand festzulegen. Bei der Bearbeitung von Flächen in Gewässernähe müssen demnach bestimmte Mindestabstände eingehalten werden. Zu stehenden Gewässern (mit einer Wasserfläche von 1 ha oder mehr) beträgt dieser Abstand mindestens 10 m, zu Fließgewässern (ab einer Sohlbreite von 5 m) mindestens 5 m. Die Bodenbearbeitung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen mit landwirtschaftlichen Maschinen ist auf durchgefrorenen Böden, wassergesättigten Böden, überschwemmten Böden und Böden mit geschlossener Schneedecke nicht zulässig.

In der nationalen **INVEKOS-Umsetzungs-Verordnung (BGBl. II Nr. 474/2004 idgF)** wurde außerdem in folgenden Fällen ein generelles Umbruchsverbot festgelegt:

- auf Hanglagen mit einer durchschnittlichen Hangneigung größer 15% und
- für Grünlandflächen auf Gewässerrandstreifen in einer Mindestbreite von 20 m zu stehenden Gewässern (mit einer Wasserfläche von 1 ha oder mehr) und von 10 m zu Fließgewässern (ab einer Sohlbreite von 5 m).

ÖPUL – Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft: Das ÖPUL-Programm 2015 auf der Grundlage der Verordnung (EG) Nr. 1305/2013 des Rates über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds (ELER) enthält zahlreiche Maßnahmen, die den Gewässerschutz unterstützen. Breite, flächendeckende Verpflichtungen betreffen:

- Erhaltung von Dauergrünland und Strukturelementen (Verpflichtung zur Erhaltung von Dauergrünland, Anlage von Biodiversitätsflächen und Erhaltung von Landschaftselementen, Anlage und Pflege von ökologisch wertvollen Flächen)
- Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung für Umweltthemen durch verpflichtende Weiterbildungsveranstaltungen (u. a. auch mit Schwerpunkt Wasserschutz und bodenschonende Bewirtschaftung)
- Extensive Produktion (Biologische Wirtschaftsweise, Verzicht auf den Einsatz von Mineraldüngern, Verzicht auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln oder bestimmten Pflanzenschutzmittelgruppen wie z. B. Fungizide, Insektizide und Herbizide, seltene landwirtschaftliche Kulturen, Heuwirtschaft)

- Erosionsschutzmaßnahmen (Begrünung von Ackerflächen im Sommer und Winter, Erosionsschutzmaßnahmen Obst, Wein und Hopfen, bodennahe Gülleausbringung, Mulch- und Direktsaat)
- Anlage von dauerhaften Begrünungsmischungen auf besonders auswaschungsgefährdete Ackerflächen bzw. Uferrandstreifen, Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutz auf diesen Flächen

Weiters werden im Rahmen des **Österreichischen Programms für die Entwicklung des ländlichen Raums 2014-2020 (LE 14-20)** Investitionsförderungen für Maßnahmen im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Erzeugung angeboten, welche u.a. auf die Verbesserung der Umweltauswirkungen der Produktion abzielen. Förderungsgegenstände sind dabei u.a. auch die Förderung für die Errichtung und Erweiterung von Anlagen zur Lagerung von flüssigen und festen Wirtschaftsdüngern sowie Geräte zur bodennahen Gülleausbringung, Pflanzenschutzgeräte und Direktsaatanbaugeräte.

2.4.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen

Im Zuge des Forschungsprojektes STOBIMO Spurenstoffe (BMNT, 2019a) wurde neben der österreichweiten Risikoanalyse und der regionalspezifischen Pfadanalyse zur Identifikation relevanter Eintragspfade auch eine Szenarienanalyse zur Abschätzung der Wirksamkeit ausgewählter Maßnahmen durchgeführt. In der Szenarienanalyse zur Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduktion von Stoffemissionen wurden vier Szenarien betrachtet (BMNT, 2019a):

- Szenario 1 umfasst die weitergehende Abwasserreinigung mittels Oxidation (mit z.B. Ozon) oder Adsorption (mit z.B. Aktivkohle). In diesem Szenario wurden Maßnahmen bei kommunalen Kläranlagen behandelt, wobei unterschiedliche Fälle unter Berücksichtigung der Ausbaukapazität der Kläranlagen (Kapazität ≥ 50.000 Einwohnerwerte (EW) und ≥ 100.000 EW) betrachtet wurden. Es wurde zwischen Oxidation und Adsorption unterschieden, da die Rückhaltewirkungen stoffspezifisch unterschiedlich sind.
- Szenario 2 beinhaltet die Verbesserung der Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem. Wesentliche Eintragspfade für Spurenstoffe in Gewässer können Mischwasserentlastungen und Niederschlagswassereinleitungen sein. Bei Vorgabe eines Rückhaltes von Feststoffen vor der Einleitung könnte eine Verringerung des Eintrages erreicht werden.

- Szenario 3 umfasst die Verringerung der Einträge von Quecksilber und polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) über die Atmosphäre durch Maßnahmen, die die Emissionen in die Atmosphäre verringern (Abgasvermeidung oder -reinigung). Es wurde eine pauschale Reduktion der Depositionsrates von 25% gegenüber dem Ist-Zustand angenommen.
- In Szenario 4, der Emissionsminderung durch Erosionsschutzmaßnahmen, wird von einer pauschalen Reduktion der Feststoffeinträge aus der Erosion von landwirtschaftlichen Flächen von 50% durch spezifische Schutzmaßnahmen im Bereich der Landwirtschaft ausgegangen.

3 Ammonium

3.1 Übersicht

Ammonium (NH_4^+) ist die konjugierte Säure zur Base Ammoniak (NH_3), mit der sie in einem Dissoziationsgleichgewicht steht. Das Verhältnis, in welchem Ammonium und Ammoniak vorliegen ist abhängig von pH-Wert und Temperatur (Fent, 2007). Aufgrund der im Wasser üblichen pH-Werte liegt in diesem Medium hauptsächlich Ammonium vor (LfU, 2018).

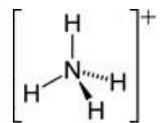
In der Umwelt kommt Ammonium natürlich vor und es wird ebenso wie Ammoniak und seine Verbindungen auch durch anthropogene Quellen eingetragen, insbesondere über die Verwendung als Düngemittel in der Landwirtschaft (RIVM, 2012). Die Toxizität des Systems Ammoniak/Ammonium ist sehr komplex und wird aufgrund der höheren Toxizität des Ammoniaks von dessen Anteil bestimmt (Fent, 2007).

Ammonium ist ein national relevanter Schadstoff.

3.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten

In Tabelle 1 sind die Stoffeigenschaften von Ammonium zusammengefasst.

Tabelle 1: Stoffeigenschaften von Ammonium (Quellen: ChemSec, 2020; NCBI, 2020; Royal Society of Chemistry, 2020; U.S. EPA, 2020)

Name	Ammonium
CAS Nummer	14798-03-9
EG Nummer	-
Summenformel	NH_4^+
Strukturformel	

Name	Ammonium
Molekulargewicht in g/mol	18,039
Wasserlöslichkeit in mg/L	10,2 bei 20 °C
Schmelzpunkt	260,6 °C
Siedepunkt	602,75 °C
Fettlöslichkeit als log Kow	-4,37
Sorptionsverhalten als Koc	1,155
Bioakkumulation in aquatischen Organismen als BCF	3,162
Toxizität als NOEC in mg/L	Ammonium: LC ₅₀ : 1,5 (Blauer Sonnenbarsch (<i>Lepomis macrochirus</i>), akut, Sterblichkeit) (geringster LC50) Ammoniak: LOEC: 0,04 (Regenbogenforelle (<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Thurston et al. 1984)
Flüchtigkeit als Dampfdruck	5.990 mmHg bei 25°C
Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit als Henry-Konstante in Pa.m ³ /mol (25°C)	0,000000000000039

Die chemische Verbindung Ammoniak (NH₃) ist ein farbloses, in Wasser gut lösliches Reizgas und wandelt sich dabei zum Teil in Ammonium (NH₄⁺) um. Auch in der Luft wird Ammoniak großteils chemisch zu Ammonium und Ammoniumsalzen umgebaut (LfU, 2018).

Das Ammonium-Ion ist ein tetraedisch aufgebautes Kation mit einer Molmasse von rund 18 g/mol. Ammonium ist die konjugierte Säure zur Base Ammoniak und bildet mit dieser ein Dissoziationsgleichgewicht. Das Verhältnis zwischen Ammonium und Ammoniak in Wasser ist dabei hauptsächlich vom pH-Wert abhängig. Mit zunehmendem pH-Wert und steigender Temperatur steigt auch der Anteil des Ammoniaks. So liegt bei pH 7 und 10° C der Anteil des Ammoniaks bei rund 0,2% und bei pH 8 und 20°C bei 3,8%.

Ammonium ist auch Bestandteil organischer Substanzen und in Proteinverbindungen pflanzlicher und tierischer Organismen enthalten. Für die Pflanzenernährung stellt Ammonium eine wesentliche Stickstoffverbindung dar. Freigesetzt wird Ammonium vor allem infolge der Mineralisation von organischen Stoffen (Pflanzenreste, tierische und menschliche Ausscheidungen, Abfälle) (MU Niedersachsen, 2020). Der mikrobielle Abbau von Ammonium erfolgt durch die sogenannte Nitrifikation, wobei es durch Bakterien über Nitrit zu Nitrat oxidiert wird. Da dieser Vorgang zu einer starken Sauerstoffzehrung führt,

wird im Sinne der Gewässerreinigung und der Gewährleistung des ökologischen Gleichgewichts versucht, den Ammoniumgehalt möglichst gering zu halten (Pachinger, 2013). Neben der indirekten Wirksamkeit von Ammonium/Ammoniak als Nährstoff für das Pflanzenwachstum, ist für Gewässer aber vor allem auch eine direkte ökotoxikologische Wirkung von Relevanz. Diese toxikologische Wirkung von Ammoniak tritt bereits bei Konzentrationen auf, bei denen selbst in stickstofflimitierten Gewässern kaum trophische Auswirkungen sichtbar sind. Um den Gewässereintrag von Ammonium so gering wie möglich zu halten, müssen Kläranlagen im Ablauf behördlich festgesetzte Grenzwerte für Ammonium einhalten. In den kommunalen Kläranlagen wird dies in der Regel durch eine Nitrifikations-/ Denitrifikationsstufe erreicht. Erhöhte Ammonium-Konzentrationen in Gewässern können ein Indikator für die Einleitung nicht oder unzureichend gereinigter häuslicher und industrieller Abwässer sein.

Im Boden ist ein Großteil des Ammoniums an Kalifeldspäte, Glimmer und Tonminerale fixiert. Dabei steht ein Teil davon in einem Austauschgleichgewicht mit der Bodenlösung, während ein anderer Teil irreversibel fixiert ist. Wird Ammonium aus dem Boden in das Grundwasser ausgewaschen, wird es in der Regel entweder oxidiert oder adsorbiert. Deshalb wird Ammonium in Grundwässern meist nicht oder nur in geringen Konzentrationen nachgewiesen (Kölle, 2010). Erhöhte Ammoniumgehalte können auf reduzierende Bedingungen im Grundwasser hindeuten, häufig sind diese jedoch die Folge einer übermäßigen Anwendung von organischen Düngemitteln oder Wirtschaftsdünger (NLWK, 2001).

3.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag

3.3.1 Produktion und Verwendung

Ammonium- wie auch Ammoniakverbindungen spielen als industrielle Chemikalien bei der Herstellung von Fasern, Kunststoffen oder Sprengstoffen eine wesentliche Rolle. Ebenfalls erfolgt eine Verwendung von Ammonium in der Tabakindustrie als Zusatzstoff, um einerseits das Aroma zu verstärken, wie auch um Tabakabfälle als rekonstituierten Tabak in Tabakmischungen verwerten zu können. Weiters wird Ammonium als Inhaltsstoff für die Lebensmittel- (z.B. Ammoniumsulfat) und Getränkeindustrie verwendet. Ammoniumsalze stellen eine der wichtigsten Verbindungen der anorganischen chemischen Industrie dar und werden im Megatonnenmaßstab produziert, vor allem für die Verwendung als landwirtschaftliches Düngemittel (RIVM, 2012).

3.3.2 Eintrag in die Umwelt

Erhöhte Emissionen von Ammonium in die Umwelt sind in der Regel auf anthropogene Verunreinigungen zurückzuführen. Vor allem durch die Verwendung von ammoniumhaltigen Düngemitteln (Wirtschafts- und Mineraldünger) sowie durch Abfälle und Abwässer kommt es zu einem Eintrag von Ammonium in Böden und in die aquatische Umwelt. In oberflächennahe Grundwasserkörpern unter intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen kann es ebenfalls zu einem Eintrag von Ammonium kommen. In Regionen mit intensiver Viehhaltung ist auch der Eintrag über die Luft (Deposition) von Relevanz (NLWK, 2001).

In Wasser ist Ammoniak gut löslich und wandelt sich dabei zu einem Teil in Ammonium um. Grundsätzlich stehen Ammoniak und Ammonium in Wasser in einem pH-Wert- und temperaturabhängigen Gleichgewicht (Fent, 2007; LfU, 2018). Auch in der Luft wird Ammoniak großteils chemisch zu Ammonium und Ammoniumsalzen umgebaut. Diese verbleiben länger in der Atmosphäre, weshalb es auch oft zu einer Windverfrachtung und Ablagerung in weit entfernten Gebieten kommt. Die Ablagerungen erfolgen primär durch nasse und feuchte Deposition. Die Verbindungen werden mit dem Niederschlag abgerechnet oder vom Nebel auf Blättern, Nadeln und Ästen von Bäumen verteilt (LfU, 2018).

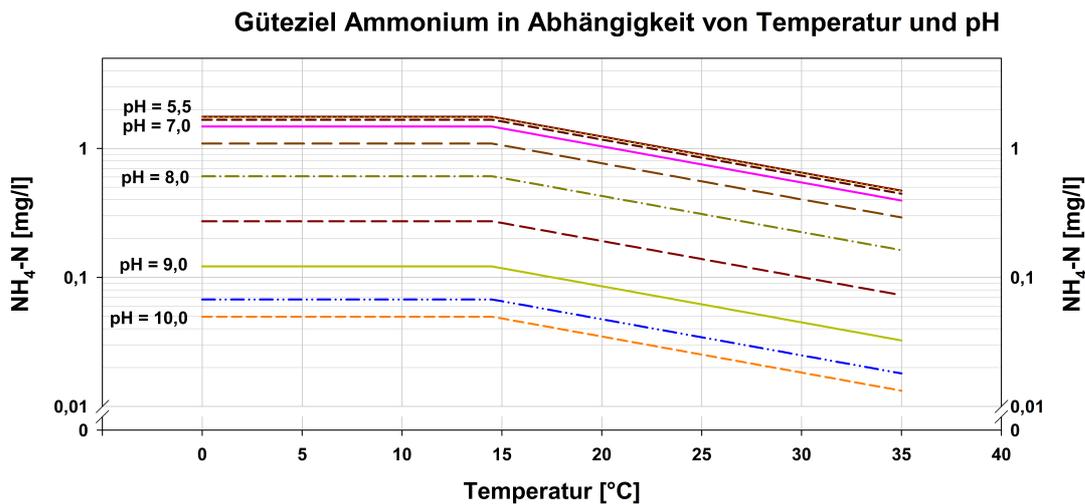
Der Eintrag von Ammonium in Oberflächengewässer erfolgt vorrangig durch kommunale und industrielle Abwassereinleitungen (Punktquellen) und durch den Einsatz ammoniumhaltiger Düngemittel in der Landwirtschaft (diffuse Quellen). Die kommunale Abwasserreinigung in Österreich hat flächendeckend einen hohen Standard erreicht. So sind im Jahr 2018 rund 96% der österreichischen Bevölkerung an einen Kanal und eine Kläranlage angeschlossen und bereits seit 2010 werden mindestens 80% der Stickstofffracht im Zulauf kommunaler Kläranlagen durch die Abwasserreinigung entfernt (BMLRT, 2020b). Problematisch können Abwassereinleitungen in kleinere abflussschwache Gewässer oder bei unzureichender Abwasserreinigung sein.

3.4 Umweltqualitätsnormen

Ammonium ist ein national relevanter Schadstoff und somit eine der chemischen Komponenten des guten ökologischen Zustands. Die QZV Chemie OG (BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) gibt für die UQN eine Funktion in Abhängigkeit von pH-Wert und Temperatur vor (siehe dazu Abbildung 2). Die UQN nimmt mit steigender Temperatur und steigendem pH-

Wert ab. Die UQN bezieht sich auf Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) und ist im Filtrat zu bestimmen.

Abbildung 2: Schwankungsbereich der Umweltqualitätsnorm für Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) in Abhängigkeit von Temperatur und pH



Ammonium ist die konjugierte Säure zur bereits in geringen Konzentrationen fischtoxischen Base Ammoniak. Ammoniak entsteht vor allem bei hoher Sauerstoffzehrung und hohen pH-Werten im Wasser über 8. Die Verteilung bzw. Umwandlung von Ammonium zum stark fischgiftigen Ammoniak wird auch von der Wassertemperatur beeinflusst, da mit zunehmender Temperatur die Sauerstoffsättigung abnimmt. Eine Gefährdung durch hohe Ammoniumkonzentrationen im Gewässer ist somit indirekt möglich, wenn aufgrund der Umweltbedingungen eine Dissoziation von Ammonium zu Ammoniak erfolgt.

Für Grundwasser gibt die QZV Chemie GW (BGBl. II Nr. 98/2010 idgF) einen Schwellenwert von 0,45 mg/L und einen Ausgangswert für die Trendumkehr von 0,375 mg/L an. Eine Messstelle gilt als gefährdet, wenn das arithmetische Mittel der Jahresmittelwerte für den Beurteilungszeitraum von drei Jahren den zugehörigen Schwellenwert überschreitet.

3.5 Umweltkonzentrationen in Österreich

Ammonium wird in Österreich aufgrund von rechtlichen Verpflichtungen und im Zuge von Forschungsprojekten in der aquatischen Umwelt beobachtet. Tabelle 2 gibt einen Überblick über NH₄-N Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien, die in den letzten zehn Jahren in Österreich gemessen wurden.

Tabelle 2: NH₄-N-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar)

Matrix / Eintragspfad	Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N)
Fließgewässer	n.n. – 12 mg/L (n = 7.637, n>BG = 6.395) ^{1,*} n.n. – 3,62 mg/L (n = 9.602, n>BG = 7.848) ^{1,**}
Grundwasser	n.n. – 11,9 mg/L (n = 19.489, n>BG = 7.650) ^{1,§} (Ammonium NH ₄) n.n. – 32 mg/L (n = 24.164, n>BG = 11.647) ^{1,†} (Ammonium NH ₄)
Kommunales Abwasser	Zulauf, Rohabwasser: 11,2 – 54,6 mg/L (n = 4.640) ² Ablauf, gereinigtes Abwasser: 0,31 – 3,56 mg/L (n = 5.762) ² Ablauf, gereinigtes Abwasser: 0,034 – 2,9 mg/L (n=15, n>BG=15) ³
Industrielles Abwasser	0,13 – 1,44 mg/L (n = 576, n > BG = 350) (Einleitung ins Gewässer) ^{4,***} 1,48 – 36,45 mg/L (n = 288, n > BG = 285) (Einleitung in den Kanal) ^{4,***}

* n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt).; Daten aus dem Zeitraum 2015-Jun 2020.

** n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt).; Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.

*** vorrangig Sickerwasser aus Abfalldponien, Abwasser aus der physikalisch-chemischen oder biologischen Abfallbehandlung, Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas, Abwasser aus Schlachtbetrieben und fleischverarbeitenden Betrieben und Abwasser aus Betrieben zur Behandlung und Beschichtung von metallischen Oberflächen,

§ n Anzahl der Eintragungen; Untersuchungen 1x/Quartal; Daten aus dem Zeitraum 2015-Q2/2020.

† n Anzahl der Eintragungen; Untersuchungen 1x/Quartal; Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.

Quellen: 1...H2O Datenbank (Erhebung der Wassergüte in Österreich gemäß

Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) BGBl. II Nr. 479/2006 idgF), 2...EMREG-OW (Referenzjahre 2009-2018) – Jahresdurchschnittskonzentrationen berechnet aus der gemeldeten Jahresfracht (kg/a) und der Jahresabwassermenge (m³/a). Angegeben wird das 5% und das 95%-Perzentil, um Ausreißerwerte auszuschließen, 3...Umweltbundesamt (2009). 4...EMREG-OW (Referenzjahre 2010-2018) – Jahresdurchschnittskonzentrationen berechnet aus der gemeldeten Jahresfracht (kg/a) und der Jahresabwassermenge (m³/a). Angegeben wird das 25% und das 75%-Perzentil, um Ausreißerwerte auszuschließen.

3.6 Risikobewertung

3.6.1 Oberflächengewässer

Die Ergebnisse der Risikobewertung sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Sie basiert auf der Auswirkungsanalyse der Punktquellen (EMREG-OW), der Berücksichtigung von Zustandsausweisungen im 2. NGP sowie Monitoringdaten. Bei der Auswertung der punktförmigen und der diffusen Stoffeinträge mittels Modellierung (STOBIMO Nährstoffe, BMLRT, 2021) wurde Ammoniumstickstoff nicht bewertet. Eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung enthält Kapitel 2.2 sowie BMLRT (2020a).

Tabelle 3: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Ammonium

Ammoniumstickstoff		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	2	<0,1 %
	Punktquelle	3	<0,1 %
Risiko Gesamt		5	<0,1 %

Für die Bewertung der Punktquellen lagen im **EMREG-OW** Emissionsdaten für Ammoniumstickstoff vor und Datenlücken wurden mit charakteristischen Ablaufkonzentrationen befüllt. Für 28 der 540 Wasserkörper wurde eine mögliche signifikante Beeinträchtigung durch $\text{NH}_4\text{-N}$ berechnet.

Unter Berücksichtigung von ergänzenden Informationen werden vier Wasserkörper mit einem möglichen Risiko und ein Wasserkörper mit einem Risiko der Zielverfehlung ausgewiesen. In drei Wasserkörper werden die signifikanten Beeinträchtigungen aus Punktquellen bestätigt, hier werden Punktquelle als Haupteintragsquelle angenommen. In zwei weiteren Wasserkörpern mit vorhandenen Messdaten werden diffuse Einträge als maßgebliche Eintragsquellen angenommen.

3.6.2 Grundwasser

Im Entwurf des NGP 2021 sind vier von insgesamt 142 Grundwasserkörpern (GWK Hügelland Rabnitz, Hügelland Raab Ost, Hügelland zwischen Mur und Raab sowie Kremstal) hinsichtlich Ammonium als im Risiko eingestuft.

3.7 Zustand

3.7.1 Oberflächengewässer

Eine Zusammenfassung der Zustandsbewertung für Ammonium in Abhängigkeit vom Bewertungstyp (siehe Kapitel 2.3) enthält Tabelle 4.

Tabelle 4: Zustandsbewertung der Fließgewässer für NH₄-N in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge

Ammoniumstickstoff	Zustand (in % der Gewässerlänge)	
	gut	nicht gut
Bewertungstyp A	12,4 %	<0,1 %
Bewertungstyp B	85,7 %	-
Bewertungstyp C	1,4 %	-
Gesamt	>99,9 %	<0,1%

Die Bewertung des ökologischen Zustands für NH₄-N zeigt in mehr als 99,9% der Fließgewässer eine Einhaltung der Zielvorgaben. In mehr als 12% der Gewässer wird der gute Zustand an Hand von Messungen (Bewertungstyp A) bestätigt. Eine Überschreitung der Zielvorgaben für Ammonium wird in zwei Wasserkörpern, OWK 501250008 (Hametbach) und OWK 405220010 (Senningbach), ausgewiesen. Für beide Wasserkörper liegen Messdaten vor, als Haupteintragsquelle werden vor allem diffuse Einträge angenommen.

Im 2. NGP wurden noch in 15 Wasserkörpern Überschreitungen für Ammonium ausgewiesen. Hier hat sich durch Abwasseremissionsbegrenzungen nach dem Stand der Technik unter Anwendung des kombinierten Ansatzes und Anpassung von Altanlagen in den letzten Jahren die Schadstoffbelastung durch Punktquellen deutlich reduziert.

Von den insgesamt 62 Seen werden betreffend Ammonium alle mit einem guten ökologischen Zustand ausgewiesen.

3.7.2 Grundwasser

Der Grundwasserkörper Kremstal ist für den Auswertzeitraum 2017-2019 aufgrund eines signifikant anhaltend steigenden Trends hinsichtlich Ammonium nicht im guten Zustand.

3.8 Maßnahmen

3.8.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Die ECHA Datenbank enthält Einträge zu Ammoniak, wasserfrei (CAS-Nr. 7664-41-7), Ammoniak, Ammoniaklösung (CAS-Nr. 1336-21-6), sowie einer Vielzahl weiterer Ammoniumverbindungen.

Registrierung: Der Stoff Ammoniak, wasserfrei (CAS-Nr. 7664-41-7) ist extrem hochtonnagig und es werden zwischen 10.000.000 – 100.000.000 Tonnen pro Jahr in Europa hergestellt und/oder nach Europa importiert. Derzeit gibt es 197 aktive Registrierungen. Für Ammoniaklösung (CAS-Nr. 1336-21-6) gibt es derzeit nur eine aktive Registrierung.

Kandidatenliste: Auf der Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe befinden sich einige Verbindungen:

- Ammonium-2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propanoat (CAS-Nr. 62037-80-3): Besorgniserregend, wahrscheinliche schwerwiegende Wirkungen auf die menschliche Gesundheit (Artikel 57f),
- Ammoniumdichromat (CAS-Nr. 7789-09-5): Krebserzeugend (Artikel 57a), erbgutverändernd (Artikel 57b), fortpflanzungsgefährdend (Artikel 57c),

- Ammonium-pentadecafluoroktanoat (APFO) (CAS-Nr. 3825-26-1): Fortpflanzungsgefährdend (Artikel 57c), PBT (persistent, bioakkumulativ und toxisch) (Artikel 57d),
- Ammonium-perfluorhexan-1-sulphonat (CAS-Nr. 68259-08-5): vPvB (sehr persistent und sehr bioakkumulativ) (Artikel 57e),
- Ammoniumperfluorononanoat (CAS-Nr. 4149-60-4): Fortpflanzungsgefährdend (Artikel 57c), PBT (Artikel 57d),
- Ammoniumnonadecafluordecanoat (CAS-Nr. 3830-45-3): Fortpflanzungsgefährdend (Artikel 57c), PBT (Artikel 57d),
- [4-[4,4'-Bis(dimethylamino)benzhydryliden]cyclohexa-2,5-dien-1-yliden]dimethylammoniumchlorid (C.I. Basic Violet 3) [mit $\geq 0.1\%$ Michler's Keton (EG- Nr. 202-027-5) oder Michler's Base (EG-Nr. 202-959-2)] (CAS-Nr. 548-62-9): Krebserzeugend (Artikel 57a),
- [4-[[4-Anilino-1-naphthyl][4-(dimethylamino)phenyl]methylen]cyclohexa-2,5-dien-1-yliden]dimethylammoniumchlorid (CAS-Nr. 2580-56-5): Krebserzeugend (Artikel 57a)

Zulassungspflicht: Ammoniumdichromat (CAS-Nr. 7789-09-5) befindet sich am Anhang XIV. Der Stoff ist krebserzeugend (Kat. 1B), erbgutverändernd (Kat. 1B) und fortpflanzungsgefährdend (Kat. 1B).

Beschränkungen: Ammonium-Verbindungen im Anhang XVII fallen derzeit unter den Eintrag 10 (Ammoniumsulfid, Ammoniumhydrogensulfid), den Eintrag 58 (Ammoniumnitrate, und Ammoniumpolysulfid), und den Eintrag 65 (anorganische Ammoniumsalze). Die Einträge inkl. deren Beschränkungsbedingungen sind unterhalb zusammengefasst.

- 10. a) Ammoniumsulfid (CAS-Nr. 12135-76-1, EG-Nr. 235-223-4), b) Ammoniumhydrogensulfid (CAS-Nr. 12124-99-1, EG-Nr. 235-184-3), c) Ammoniumpolysulfid (CAS-Nr. 9080-17-5, EG-Nr. 232-989-1):
 - a) Darf nicht verwendet werden in Scherzartikeln oder Gemischen oder Erzeugnissen, die dazu bestimmt sind, als solche verwendet zu werden, beispielsweise als Bestandteil von Niespulver und Stinkbomben.
 - b) Scherzartikel oder Gemische oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind, als solche verwendet zu werden, dürfen nicht in Verkehr gebracht werden, wenn sie Absatz 1 nicht erfüllen.
 - c) Absätze 1 und 2 gelten jedoch nicht für Stinkbomben, deren Inhalt 1,5 ml Flüssigkeit nicht überschreitet.

- 58. Ammoniumnitrat (AN) (CAS-Nr. 6484-52-2, EG-Nr. 229-347-8):
 - a) Darf nach dem 27. Juni 2010 nicht mehr als Stoff oder in Gemischen mit einem Stickstoffgehalt im Verhältnis zum Ammoniumnitrat über 28 Gew.-% zur Verwendung als fester Ein- oder Mehrnährstoffdünger erstmalig in Verkehr gebracht werden, wenn der Dünger nicht den in Anhang III der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates festgelegten technischen Anforderungen an Ammoniumnitratdünger mit hohem Stickstoffgehalt entspricht.
 - b) Darf nach dem 27. Juni 2010 nicht mehr als Stoff oder in Gemischen in Verkehr gebracht werden, deren Stickstoffgehalt im Verhältnis zum Ammoniumnitrat 16 Gew.-% oder mehr beträgt, mit Ausnahme der Abgabe an folgende Abnehmer:
 - i) nachgeschaltete Anwender und Händler, einschließlich natürliche oder juristische Personen, die gemäß der Richtlinie 93/15/EWG des Rates über eine entsprechende Zulassung oder Genehmigung verfügen;
 - ii) Landwirte, zur Verwendung im Rahmen ihrer als Vollzeit- oder als Teilzeitbeschäftigung ausgeübten landwirtschaftlichen Tätigkeiten und unabhängig von der Größe der Nutzfläche. Für die Zwecke des vorliegenden Buchstabens bezeichnet der Ausdruck:
 1. „Landwirt“ eine natürliche oder juristische Person oder eine Vereinigung natürlicher oder juristischer Personen, unabhängig davon, welchen rechtlichen Status die Vereinigung und ihre Mitglieder aufgrund nationalen Rechts haben, deren Betrieb sich im Gebiet der Gemeinschaft im Sinne des Artikels 299 des Vertrags befindet und die eine landwirtschaftliche Tätigkeit ausübt;
 2. „landwirtschaftliche Tätigkeit“ die Erzeugung, die Zucht oder den Anbau landwirtschaftlicher Erzeugnisse, einschließlich Ernten, Melken, Zucht von Tieren und Haltung von Tieren für landwirtschaftliche Zwecke, oder die Erhaltung von Flächen in gutem landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand gemäß Artikel 5 der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates;
 - iii) natürliche oder juristische Personen, die gewerblich einer Tätigkeit wie Gartenbau, Pflanzenanbau in Gewächshäusern, Park-, Garten- oder Sportflächenpflege, Forstwirtschaft oder anderen vergleichbaren Tätigkeiten nachgehen.
 - c) Die Mitgliedstaaten können jedoch in Hinblick auf die Einschränkungen in Absatz 2 aus sozioökonomischen Gründen bis zum 1. Juli 2014 einen Grenzwert von bis zu 20 Gew.-% für den zulässigen Stickstoffgehalt im Verhältnis zum Ammoniumnitrat von in ihrem Hoheitsgebiet in Verkehr gebrachten Stoffen oder Gemischen

anwenden. Hiervon unterrichten sie die Kommission und die übrigen Mitgliedstaaten.

- 65. Anorganische Ammoniumsalze
 - a) Dürfen weder in Zellstoffisoliermaterialgemischen noch in Zellstoffisoliermaterialerzeugnissen nach dem 14. Juli 2018 in Verkehr gebracht oder verwendet werden, es sei denn, die Emission von Ammoniak aus diesen Gemischen oder Erzeugnissen führt zu einer Volumenkonzentration von weniger als 3 ppm (2,12 mg/m³) unter den in Absatz 4 beschriebenen Testbedingungen. Ein Lieferant eines Gemisches für Isoliermaterial aus Zellstoff, das anorganische Ammoniumsalze enthält, informiert den Abnehmer oder Verbraucher über die höchstzulässige Beladungsrate des Zellstoffisoliermaterialgemisches, die in Dicke und Dichte angegeben wird. Ein nachgeschalteter Anwender eines Zellstoffisoliermaterialgemisches, das Ammoniumsalze enthält, stellt sicher, dass die vom Lieferanten mitgeteilte höchstzulässige Beladungsrate nicht überschritten wird.
 - b) Abweichend davon gilt Absatz 1 weder für das Inverkehrbringen von Zellstoffisoliermaterialgemischen, die nur für die Herstellung von Zellstoffisoliermaterialerzeugnissen verwendet werden, noch für die Verwendung dieser Gemische bei der Herstellung von Zellstoffisoliermaterialerzeugnissen.
 - c) Falls in einem Mitgliedstaat am 14. Juli 2016 nationale vorläufige Maßnahmen bestehen, die von der Kommission gemäß Artikel 129 Absatz 2 Buchstabe a zugelassen wurden, gelten die Absätze 1 und 2 ab diesem Datum.
 - d) Die Einhaltung des in Absatz 1 Unterabsatz 1 angegebenen Emissionsgrenzwerts wird im Einklang mit der technischen Spezifikation CEN/TS 16516 nachgewiesen, die wie folgt angepasst wird:
 - i) Die Dauer des Tests beträgt mindestens 14 Tage und nicht 28 Tage;
 - ii) die Ammoniakgasemission wird während des gesamten Tests mindestens einmal täglich gemessen;
 - iii) der Emissionsgrenzwert wird während des Tests in keiner Messung erreicht oder überschritten;
 - iv) die relative Feuchtigkeit beträgt 90% und nicht 50%;
 - v) es wird eine geeignete Methode zur Messung der Ammoniakgasemission verwendet;
 - vi) die in Dicke und Dichte ausgedrückte Belastungsrate wird während der Auswahl der Stichprobe der zu testenden Zellstoffisoliermaterialgemische und -erzeugnisse aufgezeichnet.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

Im Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis findet sich Ammoniak wasserfrei (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Ammoniak, wasserfrei

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
007-001-00-5	231-635-3	7664-41-7	Ammoniak, wasserfrei [H3N]
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort
Press. Gas	-	-	GHS04
Flam. Gas 2	H221	Entzündbares Gas.	
Skin Corr. 1B	H314	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.	GHS05
Akute Tox. 3	H331	Giftig bei Einatmen.	
			GHS06
			
			GHS09
			
			Gefahr

Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 über kosmetische Mittel

Basierend auf Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 (Kosmetik-Verordnung) bzw. deren Änderung gibt es im Anhang II (verbotene Stoffe) in Summe 74 Ammoniumverbindungen die verboten sind. Im Anhang III („restricted substances“) sind 53 Einträge gelistet. Als Beispiel ist Ammoniak erwähnt, der Stoff ist in Anhang III unter der Referenznummer 4 gelistet. Demnach dürfen kosmetische Produkte maximal 6% Ammoniak enthalten. Bei mehr als 2% gibt es folgenden Warnhinweis „enthält Ammoniak“.

Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien, letzte Änderung durch die delegierte Verordnung 2020/1068

Für Ammoniumverbindungen gibt es folgende Informationen:

- Didecyldimethylammoniumchlorid (CAS-Nr. 7173-51-5) und Dinitro-ortho-cresol (DNOC) und seine Salze (z. B. Ammonium-, Kalium- und Natriumsalze) und Glufosinate, einschließlich Glufosinate-Ammonium (CAS-Nr. 51276-47-2, 777182-82-2) sind im Anhang 1 Teil 1, der Liste der Chemikalien, die dem Verfahren der Ausfuhrnotifikation unterliegen, gelistet.
- Glufosinate, einschließlich Glufosinate-Ammonium (CAS-Nr. 51276-47-2, 777182-82-2) befindet sich weiters auf der Liste der Chemikalien, die Kandidaten für die PIC-Notifikation sind.
- Dinitro-ortho-cresol (DNOC) und seine Salze (z. B. Ammonium-, Kalium- und Natriumsalze) ist im Anhang 1 Teil 3, der Liste der Chemikalien gelistet, die dem PIC-Verfahren unterliegen.

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Für Emissionen in das Abwasser liegen in den BVT Schlussfolgerungen folgende BAT-AEL vor:

- Eisen und Stahl:
 - Abwasser aus Koksöfen: Summe von Ammoniumstickstoff (NH₄-N), Nitrat-Stickstoff (NO₃-N) und Nitrit-Stickstoff (NO₂-N): <15-50 mg/L,
 - Abwässer aus Pelletieranlagen: Kjeldahl-Stickstoff <45 mg/L

- Gerben von Häuten und Fellen: $\text{NH}_4\text{-N}$: <10 mg/L (Direkteinleitung)
- Mineralöl und Gasraffinerien: direkte Einleitung von Abwasser aus der Raffinierung von Mineralöl und Gas: Gesamtstickstoffgehalt, angegeben als N: 1-25 mg/L
- Nahrungsmittel: Direkteinleitung ins Gewässer: Gesamtstickstoff (TN): 2-20 mg/L
- Tierhaltung: Die BVT sieht generelle Technologien zur Verminderung des gesamten ausgeschiedenen Stickstoffs vor und gibt Werte für den BVT-assoziierten gesamten ausgeschiedenen Stickstoff je Tierkategorie (z.B. Mastschweine, Legehennen) vor: 0,2-30 kg ausgeschiedener Stickstoff (als N) /Tierplatz/Jahr. Darüber hinaus werden Technologien zur Verringerung der Emissionen bei der Aufbereitung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger beschrieben.
- Zellstoff und Papier (Gesamtstickstoff):
 - direkte Einleitung von Abwasser aus einer Fabrik zur Herstellung von gebleichtem Sulfitzellstoff und Magnefit-Zellstoff zur Papierherstellung: 0,15 – 0,3 kg/t lutro (Gebileichter Sulfitzellstoff zur Papierherstellung) bzw. 0,1 – 0,25 kg/t lutro (Magnefit-Zellstoff zur Papierherstellung).
 - BAT-AEL bei der direkten Einleitung von Abwasser aus einer Fabrik zur Herstellung von gebleichtem Sulfatzellstoff in aufnehmende Gewässer: 0,05-0,25 kg/t lutro.
 - BAT-AEL bei der direkten Einleitung von Abwasser aus einer Fabrik zur Herstellung von ungebleichtem Sulfatzellstoff: 0,1-0,2 kg/t lutro.
 - BAT-AEL bei der direkten Einleitung von Abwasser aus einer Fabrik zur Herstellung von gebleichtem Neutralsulfit-Halbzellstoff in aufnehmende Gewässer: 0,1-0,2 kg/t lutro.
 - BAT-AEL bei der direkten Einleitung von Abwasser in Gewässer aus der integrierten Produktion von Papier und Karton aus am Standort erzeugtem Holzstoff: 0,03-0,1 kg/t.
 - BAT-AEL bei der Ableitung von Abwasser in Gewässer aus einer Fabrik zur Herstellung von chemisch-thermisch-mechanischem Holzstoff (CTMP) oder chemisch-mechanischem Holzstoff (CMP): 0,15-0,18 kg/t.
 - BAT-AEL bei direkter Einleitung von Abwasser in Gewässer, das bei der integrierten Produktion von Papier und Karton aus Recyclingfasern ohne Deinking an einem Standort anfällt: 0,008-0,09 kg/t.
 - BAT-AEL bei direkter Einleitung von Abwasser in Gewässer, das bei der integrierten Produktion von Papier und Karton aus Recyclingfasern mit Deinking an einem Standort anfällt: 0,01-0,1 kg/t und 0,01-0,15 kg/t bei Hygienepapier.
 - BAT-AEL bei der direkten Einleitung von Abwasser in Gewässer aus einer nicht integrierten Papier- und Kartonfabrik (mit Ausnahme von Fabriken zur Herstellung von Spezialpapier): 0,01-0,1 kg/t und 0,01-0,15 kg/t bei Hygienepapier

- BAT-AEL bei der direkten Einleitung von Abwasser in Gewässer aus einer nicht integrierten Fabrik zur Herstellung von Spezialpapieren: 0,015-0,4 kg/t
- Abfallbehandlung: Gesamtstickstoff: 1-25 mg/L für die biologische Abfallbehandlung und die erneute Raffination von Altöl und 10-60 mg/L für die Behandlung von wasserbasierten flüssigen Abfällen
- Abfallverbrennung: NH₄-N: 10-30 mg/L (Direkteinleitungen von Abwässern aus der Schlackenaufbereitung)
- Einheitliche Abwasser-/ Abgasbehandlung und einheitliche Abwasser-/Abgasmanagementsysteme in der Chemiebranche: Gesamtstickstoff: 5,0- 25 mg/L, Gesamter anorganischer Stickstoff (N-anorg): 0-20 mg/L

Für Ammoniak-Emissionen in die Luft ist in den BVT-Schlussfolgerungen Nichteisenmetallen ein BAT-AEL für Emissionen aus hydrometallurgischen Prozessen unter Verwendung von Ammoniak oder Ammoniumchlorid von 1-3 mg/Nm³ festgesetzt. Für Ammoniak-Emissionen in die Luft geben die BVT-Schlussfolgerungen BAT-AELs für die Emissionen aus Schweineställen (0,03-5,6 kg NH₃/Tierplatz/Jahr je nach Tierart), die Emissionen aus Legehennenställen (0,02-0,13 kg NH₃/Tierplatz/Jahr je nach Tierart) und die Emissionen aus Ställen für Masthühner mit einem Endgewicht bis zu 2,5 kg (0,01-0,08 kg NH₃/Tierplatz/ Jahr) an.

Artikel 14 der IE-RL sieht vor, dass die Genehmigungen von Industrieanlagen Emissionsgrenzwerte für die Schadstoffe des Anhang II, die in relevanter Menge emittiert werden können, beinhalten. Im Anhang II werden Stoffe, die zur Eutrophierung beitragen und Stoffe, die sich ungünstig auf den Sauerstoffgehalt auswirken, als wasserrelevante Schadstoffe angeführt.

Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser idF der Richtlinie 2013/64/EU (Kommunale Abwasserrichtlinie)

Die Richtlinie betrifft das Sammeln, Behandeln und Einleiten von kommunalem Abwasser und das Behandeln und Einleiten von Abwasser bestimmter Industriebranchen und soll Umweltschäden durch die Einleitung von unzureichend gereinigtem kommunalem Abwasser verhindern. Im Anhang der Abwasserrichtlinie werden Anforderungen an die Konzentration bzw. an den prozentuellen Mindestrückhalt bestimmter Parameter angegeben. Wenn ein Mitgliedsland sogenannte „empfindliche Gebiete“ (Gebiete die durch die Einleitung (behandelter) kommunaler Abwässer bereits eutroph sind bzw. ohne weitere Schutzmaßnahmen in naher Zukunft eutrophieren würden) gemäß Kommunaler

Abwasserrichtlinie ausweist, dann muss im Ablauf kommunaler Kläranlagen, die Siedlungsgebiete zwischen 10.000 EW und 100.000 EW entsorgen, ein Grenzwert von 15 mg/L Gesamtstickstoff eingehalten werden. Im Ablauf kommunaler Kläranlagen, die Siedlungsgebiete größer 100.000 EW entsorgen, muss ein Grenzwert von 10 mg/L Gesamtstickstoff eingehalten werden. Alternativ dazu kann eine Mindestreduktionsrate (in Hinblick auf die Konzentration im Zulauf) von 70% - 80% angewandt werden.

Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL)

In der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL) ist in Artikel 16 die Strategie gegen die Wasserverschmutzung festgelegt. Gemäß Anhang II, Punkt 1.4 sorgen die Mitgliedsstaaten für die Erhebung und Aufbewahrung von Daten über die Art und das Ausmaß der signifikanten anthropogenen Belastungen, denen die Oberflächenwasserkörper in jeder Flussgebietseinheit unterliegen können; dies umfasst insbesondere die Einschätzung und Ermittlung der von städtischen, industriellen, landwirtschaftlichen und anderen Anlagen und Tätigkeiten stammenden signifikanten Verschmutzung durch Punktquellen, insbesondere durch die in Anhang VIII aufgeführten Stoffe. In diesem Anhang werden Stoffe, die zur Eutrophierung beitragen (insbesondere Nitrate und Phosphate) und Stoffe mit nachhaltigem Einfluss auf die Sauerstoffbilanz (und die anhand von Parametern wie BSB, CSB usw. gemessen werden können), angeführt.

Emissionsregisterverordnung 2017 (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017 idgF)

Ammoniumstickstoff ist in zahlreichen Abwasseremissionsverordnungen mit Emissionsbegrenzungen geregelt und viele Bescheide enthalten Vorgaben für NH₄-N. Diese Überwachungsdaten sind auf der Basis von Jahresfrachten durch die Registerpflichtigen in EMREG-OW jährlich zu berichten.

Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996 idgF) und branchenspezifische Abwasseremissionsverordnungen

Ammonium wird in zahlreichen AEV begrenzt:

- AAEV Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996 idgF)
- 1. AEV für kommunales Abwasser (BGBl. Nr. 210/1996 idF BGBl. II 2000/392)
- 3. AEV für kommunales Abwasser (BGBl. II Nr. 249/2006)

- AEV 1.4 - Medizinischer Bereich (BGBl. II Nr. 268/2003)
- AEV 2.3 - Holzwerkstoffe (BGBl. II Nr. 264/2003)
- AEV 3.1 - Gerberei (BGBl. II Nr. 10/1999 idF BGBl. II Nr. 2014/329)
- AEV 3.2 - Textilveredelung und -behandlung (BGBl. II Nr. 269/2003)
- AEV 4.1 - Kühlsysteme und Dampferzeuger (BGBl. II Nr. 266/2003)
- AEV 4.2 - Verbrennungsgas (BGBl. II Nr. 271/2003)
- AEV 4.3 - Laboratorien (BGBl. Nr. 887/1995)
- AEV 4.5 - Wasch- und Chemischreinigungsprozesse (BGBl. II Nr. 267/2003)
- AEV 4.6 - Abluftreinigung (BGBl. II Nr. 218/2000 idF BGBl. II Nr. 2014/201)
- AEV 5.1 - Fleischwirtschaft (BGBl. II Nr. 12/1999)
- AEV 5.2 - Milchwirtschaft (BGBl. II Nr. 11/1999)
- AEV 5.3 - Fischproduktionsanlagen (BGBl. Nr. 1075/1994)
- AEV 5.4 - Hefe-, Spiritus- und Zitronensäureerzeugung (BGBl. Nr. 1080/1994)
- AEV 5.5 - Zucker- und Stärkeerzeugung (BGBl. Nr. 1073/1994)
- AEV 5.6 - Brauereien und Mälzereien (BGBl. Nr. 1074/1994 idF BGBl. II Nr. 452/2009)
- AEV 5.7 - Alkohol und alkoholische Getränke (BGBl. Nr. 1076/1994)
- AEV 5.8 - Sauergemüse (BGBl. Nr. 1081/1994)
- AEV 5.9 - Öle und Fette (BGBl. Nr. 1079/1994)
- AEV 5.10 - Obst- und Gemüseveredelung (BGBl. Nr. 1078/1994 idF BGBl. II Nr. 451/2009)
- AEV 5.11 - Erfrischungsgetränke (BGBl. Nr. 1077/1994 idF BGBl. II Nr. 454/2009)
- AEV 5.12 - Kartoffelverarbeitung (BGBl. Nr. 890/1995 idF BGBl. II Nr. 453/2009)
- AEV 5.13 - Futtermittelherstellung (BGBl. Nr. 894/1995 idF BGBl. II Nr. 394/2000)
- AEV 6.1 - Kunstharze (BGBl. Nr. 667/1996)
- AEV 6.2 - Glasindustrie (BGBl. Nr. 888/1995 idF BGBl. II Nr. 203/2014)
- AEV 6.3.1 - Petrochemie (BGBl. II Nr. 7/1999)
- AEV 6.3.2 - anorganische Pigmente (BGBl. II Nr. 6/1999)
- AEV 6.3.3 - Kunststoffe (BGBl. II Nr. 8/1999)
- AEV 6.3.6 - Kleb- und Anstrichstoffe (BGBl. II Nr. 5/1999)
- AEV 6.3.7 - Seifen, Wasch-, Putz- und Pflegemittel (BGBl. II Nr. 214/2000)
- AEV 6.3.8 - Pflanzenschutzmittel (BGBl. Nr. 668/1996)
- AEV 6.3.9 - technische Gase (BGBl. Nr. 670/1996)
- AEV 6.3.10 - Schmier- und Gießereimittel (BGBl. II Nr. 216/2000)
- AEV 6.3.11 - Textil-, Leder- und Papierhilfsmittel (BGBl. II Nr. 215/2000)
- AEV 6.3.14 - Chemiefasern (BGBl. II Nr. 217/2000)
- AEV 6.3.13 - Chlor-Alkali-Elektrolyse (BGBl. Nr. 672/1996)
- AEV 6.3.15 - Anorganische Chemikalien (BGBl. II Nr. 273/2003)

- AEV 6.3.16 - Organische Chemikalien (BGBl. II Nr. 272/2003)
- AEV 6.4 - Oberflächenbehandlung (BGBl. II Nr. 44/2002)
- AEV 6.5 - Erdölverarbeitung (BGBl. II Nr. 344/1997)
- AEV 6.6 - Halbleiterbauelemente (BGBl. II Nr. 213/2000)
- AEV 6.7 - Explosivstoffe (BGBl. II Nr. 270/2003)
- AEV 7 - Druck - Foto (BGBl. II Nr. 45/2002)
- AEV 8.1 - Nichteisen - Metallindustrie (BGBl. Nr. 889/1995)
- AEV 8.2 - Eisen - Metallindustrie (BGBl. II Nr. 345/1997 idF BGBl. II Nr. 202/2014)
- AEV 8.4 - Industrieminerale (BGBl. II Nr. 347/1997)
- AEV 8.5 - Edelmetalle und Quecksilber (BGBl. II Nr. 348/1997)
- AEV 10.1 - Massentierhaltung (BGBl. II Nr. 349/1997)
- AEV 10.2 - Tierkörperverwertung (BGBl. Nr. 891/1995)
- AEV 10.3 - Hautleim (BGBl. Nr. 893/1995 idF BGBl. II Nr. 395/2000)
- AEV 11 - Gentechnik (BGBl. II Nr. 350/1997)
- AEV 12.1 - Deponiesickerwasser (BGBl. II Nr. 263/2003 idF BGBl. II Nr. 103/2005)
- AEV 12.2 - Abfallbehandlung (BGBl. II Nr. 9/1999)

In der AEV Fleischwirtschaft wird weiters festgelegt, dass Stechblut, Jauche oder Gülle nicht in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation eingeleitet werden dürfen. In der AEV Massentierhaltung wird festgelegt, dass Gülle oder Jauche nicht in ein Fließgewässer oder in eine öffentliche Kanalisation eingeleitet werden dürfen.

Indirekteinleiterverordnung (IEV, BGBl. II Nr. 222/1998 idgF)

Für Ammoniumstickstoff legt Anlage B der IEV einen Schwellenwert für das Erfordernis einer wasserrechtlichen Bewilligung von 400 g/Tag fest.

Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch; Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TWV) StF: BGBl. II Nr. 304/2001, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 362/2017

In der Trinkwasserrichtlinie (Richtlinie 98/83/EG) stellt Ammonium einen Indikatorparameter dar, für den ein Grenzwert von 0,5 mg/L festgelegt ist. Dieser Grenzwert wurde auch in die österreichische Trinkwasserverordnung (BGBl. II Nr. 304/2001) übernommen. Natürliche Gehalte sind, auch wenn sie weit unter dem

jeweiligen Wert liegen, vor unerwünschten Veränderungen zu schützen. Für Ammonium ist ein Wert von 0,5 mg/L festgesetzt. Geogen bedingte Überschreitungen bleiben bis zu 5 mg/L NH₄ außer Betracht. Ab einem Gehalt von mehr als 0,2 mg/L NH₄ dürfen Chlorungsverfahren nicht angewendet werden.

Richtlinie des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (Nitratrichtlinie)

Die Nitratrichtlinie ist eines der Schlüsselinstrumente für den Schutz der Gewässer vor der Nitratbelastung durch die Landwirtschaft. Nach der Richtlinie sind Maßnahmen erforderlich, für deren Umsetzung die Mitgliedstaaten zuständig sind:

- Überwachung des Oberflächenwassers und des Grundwassers
- Ausweisung gefährdeter Gebiete bzw. Anwendung auf dem gesamten Hoheitsgebiet
- Aufstellung von Regeln der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft und von Aktionsprogrammen
- Überprüfung der Ausweisung gefährdeter Gebiete und der Aktionsprogramme mindestens alle vier Jahre

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (Nitrat-Aktionsprogramm- Verordnung – NAPV) (BGBl. II Nr. 385/2017)

Ziel dieses Programms ist es, die durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen verursachte oder ausgelöste Gewässerverunreinigung zu verringern und weiterer Gewässerverunreinigung dieser Art vorzubeugen. Dazu werden bundesweit geltende Vorgaben in Zusammenhang mit der Ausbringung von stickstoffhaltigen Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Flächen erstellt. Das Programm beinhaltet:

- zeitliche Ausbringungsbeschränkungen (Verbotszeiträume)
- mengenmäßige Beschränkungen (für den Einsatz von Wirtschaftsdünger und Obergrenzen für die je Kultur ausbringbaren Düngemittel)
- örtliche Beschränkungen (z.B. in der Nähe von Gewässern)
- Regelungen über die Art und Weise der Ausbringung
- Vorgaben zur Kapazität von Wirtschaftsdüngerlagerräumen

- betriebsbezogene Aufzeichnungsverpflichtungen in Zusammenhang mit der Düngerausbringung

Anlage 2 des Programms enthält eine Berechnung des Ammoniumanteils aus Wirtschaftsdüngern, sonstigen organischen Düngern oder Klärschlamm.

Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (Grundwasserrichtlinie)

In Ergänzung zur EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) legt die Grundwasserrichtlinie (GWRL) Qualitätskriterien fest, definiert Kriterien zur Beurteilung von gutem chemischem Zustand und Trend und verlangt Maßnahmen zur Verhinderung oder Begrenzung des Eintrags von Schadstoffen in das Grundwasser. Gemäß Art. 3 der GWRL müssen die Mitgliedsstaaten Schwellenwerte für die Schadstoffe, Schadstoffgruppen und Verschmutzungsindikatoren festlegen, die in ihrem jeweiligen Hoheitsgebiet zur Einstufung von Grundwasserkörpern als gefährdet beitragen. Dabei ist zumindest die Liste in Anhang II Teil B der Richtlinie zu berücksichtigen, die unter anderem Ammonium enthält.

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008 – DVO 2008), StF: BGBl. II Nr. 39/2008, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 291/2016

Für Ammonium (als N) gilt ein Grenzwert für Gehalte im Eluat für die Annahme von Bodenaushubmaterial auf Bodenaushubdeponien (soweit im Anhang 4 der Verordnung vorgesehen) sowie für Gehalte im Eluat für die Annahme von Abfällen auf Inertabfalldeponien von jeweils 8 mg/kg TM. Für Gehalte im Eluat für die Annahme von Abfällen aus Baurestmassendeponien gilt ein Grenzwert von 40 mg/kg TM. Eluate für die Annahme von Abfällen auf Reststoffdeponien haben einen Ammoniumgrenzwert (als N) von 300 mg/kg TM einzuhalten sowie Eluate für die Annahme auf Massenabfalldeponien von 10.000 mg/kg TM. In Ausnahmefällen kann die Behörde höhere Grenzwerte genehmigen.

Verordnung (EU) 2019/1009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003

Nach Verordnung 2019/1009 zu Vorschriften der Bereitstellung von EU-Düngeprodukten ist festgesetzt, dass Ammoniumnitratdüngemittel mit hohem Stickstoffgehalt keine Gefahr für die Sicherheit darstellen und um zu verhindern, dass solche Düngemittel für andere als die vorgesehenen Zwecke, beispielsweise als Sprengstoff, verwendet werden, für solche Düngemittel besondere Anforderungen in Bezug auf die Überprüfung der Detonationsfestigkeit und Rückverfolgbarkeit gelten sollten.

Für organisch-mineralische Düngemittel gilt, dass wenn es sich bei einem oder mehreren anorganischen Düngemitteln in der Co-Formulierung um ein festes anorganisches Einnährstoff- oder Mehrnährstoff-Makronährstoff- Ammoniumnitrat-Düngemittel mit hohem Stickstoffgehalt handelt, dann muss ein organisch-mineralisches Düngemittel einen von Ammoniumnitrat (NH_4NO_3) abgeleiteten Massenanteil an Stickstoff (N) von weniger als 16% enthalten.

Für festes anorganisches Ein- oder Mehrnährstoff-Makronährstoff-Ammoniumnitrat-Düngemittel mit hohem Stickstoffgehalt gilt: Festes anorganisches Ein- oder Mehrnährstoff-Makronährstoff-Ammoniumnitrat-Düngemittel mit hohem Stickstoffgehalt muss eine Ammoniumnitrat- (NH_4NO_3) -Basis aufweisen und einen von Ammoniumnitrat (NH_4NO_3) abgeleiteten Massenanteil an Stickstoff (N) von mindestens 28% enthalten. Alle Stoffe außer Ammoniumnitrat müssen gegenüber Ammoniumnitrat inert sein. Ein festes anorganisches Ein- oder Mehrnährstoff-Makronährstoff-Ammoniumnitrat-Düngemittel darf dem Endnutzer nur verpackt zur Verfügung gestellt werden. Das Versandstück muss in der Weise oder mit einer solchen Vorrichtung geschlossen sein, dass beim Öffnen der Verschluss, das Verschlussiegel oder das Versandstück selbst in nicht wiederherstellbarer Weise beschädigt wird. Die Verwendung von Ventilsäcken ist gestattet. Nach Durchführung von zwei Wärmezyklen gemäß Nummer 4.1 in Modul A1 von Anhang IV Teil II darf der Massenanteil des Ölretentionsvermögens in einem festen anorganischen Ein- oder Mehrnährstoff-Makronährstoff-Ammoniumnitrat-Düngemittel 4% nicht überschreiten. Die Detonationsfestigkeit eines festen anorganischen Ein- oder Mehrnährstoff-Makronährstoff-Ammoniumnitrat-Düngemittels muss nach bestimmten definierten Vorgaben beschaffen sein. Diese sind in der genannten Verordnung im Detail dargelegt.

Für festes anorganisches Ein- oder Mehrnährstoff-Makronährstoff-Ammoniumnitrat-Düngemittel mit hohem Stickstoffgehalt gilt des Weiteren, dass der Massenanteil brennbarer Stoffe (gemessen als Kohlenstoff) bei einem Düngemittel mit einem Massenanteil an Stickstoff von mindestens 31,5% nicht mehr als 0,2% sowie bei einem Düngemittel mit einem Massenanteil an Stickstoff von mindestens 28% aber weniger als 31,5% nicht mehr als 0,4% betragen darf. Weiters muss eine Lösung mit dem löslichen Anteil von 10 g eines festen anorganischen Ein- oder Mehrnährstoff-Makronährstoff-Ammoniumnitrat-Düngemittel in 100 ml Wasser einen pH-Wert von mindestens 4,5 aufweisen.

Für Nitrifikationshemmstoff gilt: Dieser muss die biologische Oxidation von Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) zu Nitritstickstoff ($\text{NO}_2\text{-N}$) hemmen und auf diese Weise die Bildung von Nitratstickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$) verlangsamen.

Anforderungen für Stoffe und Gemische aus unbearbeiteten Rohstoffen: Der Nitrifikationshemmstoff muss die biologische Oxidation von Ammoniumstickstoff zu Nitritstickstoff hemmen und auf diese Weise die Bildung von Nitratstickstoff verlangsamen. Eine Bodenprobe, die den Nitrifikationshemmstoff enthält, muss im Vergleich zu einer Kontrollprobe, bei der der Nitrifikationshemmstoff nicht zugesetzt wurde, auf der Grundlage einer Analyse 14 Tage nach Anwendung auf dem Konfidenzniveau von 95% eine Verringerung des Oxidationsfaktors von Ammoniumstickstoff um 20% aufweisen. Mindestens 50% des Gesamtstickstoffgehalts (N) im EU-Düngeprodukt müssen aus den Stickstoffformen Ammonium und Harnstoff bestehen.

Für Nährstoff-Polymere gilt: Die Endabbauprodukte dürfen ausschließlich Ammonium, Wasser und Kohlendioxid sein.

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes 1994 erlassen werden (Düngemittelverordnung 2004), StF: BGBl. II Nr. 100/2004, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 71/2019

Für mineralische Stickstoffdünger sind unter anderem folgende Ausgangsstoffe zugelassen: Ammoniumnitrat und Ammoniumsulfat. Es gelten für mineralische Stickstoffdünger folgende besondere Höchstgehalte an Ammoniumnitrat-N: 28 % bei Abgabe an Landwirte, Gewerbetreibende und sonstige Berechtigte gemäß Nr. 57 Abs. 2

der Entscheidung Nr. 1348/2008/EG, ABl. Nr. L 348 vom 24.12.2008 S. 108; ansonsten ein Höchstgehalt an Ammoniumnitratstickstoff von 20%.

Für mineralische Spurennährstoffdünger ist zur Herstellung unter anderem Ammoniummolybdat erlaubt.

Für mineralische Mehrnährstoffdünger sind unter anderem als Ausgangsstoffe Monoammonium- und Diammoniumphosphat zugelassen.

Durchführungsverordnung (EU) 2016/1093 der Kommission vom 6. Juli 2016 zur Genehmigung von Didecyl-methyl-poly(oxyethyl)ammoniumpropanoat als alten Wirkstoff zur Verwendung in Biozidprodukten der Produktart 8

Die Verwendung von Didecyl-methyl-poly(oxyethyl)ammoniumpropanoat als biozider Wirkstoff in Biozidprodukten der Produktart 8 (Holzschutzmittel) ist befristet bis 31.12.2027 genehmigt.

Weitere gesetzliche Regelungen

- Ammoniumnitrat: Verordnung (EU) 2019/1148 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über die Vermarktung und Verwendung von Ausgangsstoffen für Explosivstoffe, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 98/2013
- Eisenammoniumnitrat: Verordnung (EU) Nr. 609/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juni 2013 über Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder, Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke und Tagesrationen für gewichtskontrollierende Ernährung und zur Aufhebung der Richtlinie 92/52/EWG des Rates, der Richtlinien 96/8/EG, 1999/21/EG, 2006/125/EG und 2006/141/EG der Kommission, der Richtlinie 2009/39/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnungen (EG) Nr. 41/2009 und (EG) Nr. 953/2009 des Rates und der Kommission
- Glycyrrhizinsäure oder deren Ammoniumsalz: Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie

2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission

- Ammoniummolybdat und Fe-II-Ammoniumphosphat: Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln
- Ammoniumchlorid: Durchführungsverordnung (EU) 2016/1007 der Kommission vom 22. Juni 2016 zur Zulassung von Ammoniumchlorid als Zusatzstoff in Futtermitteln für Wiederkäuer (ausgenommen Mastlämmer), Katzen und Hunde (Zulassungsinhaber Latochema Co. Ltd)
- Ammoniumverbindungen: Richtlinie (EU) 2015/2203 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Kaseine und Kaseinate für die menschliche Ernährung und zur Aufhebung der Richtlinie 83/417/EWG des Rates
- Ammoniumverbindungen: Richtlinie 2002/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. Juni 2002 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Nahrungsergänzungsmittel
- Ammoniumverbindungen: Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 29. Dezember 1988 über die Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen (Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 - LRV-K 1989) StF: BGBl. Nr. 19/1989, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 127/2013
- Ammoniumverbindungen: Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Familie und Jugend über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2020 – GKV) StF: BGBl. II Nr. 253/2001, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 382/2020

3.8.2 Weiterführung der Maßnahmen

Weiterführende Maßnahmen zur Verringerung der Gewässerbelastung mit Ammoniumstickstoff sind:

- Anpassung der Abwasserreinigung an den Stand der Technik,
- Ableitungen des Ablaufs von Kläranlagen in geeignetere Vorfluter,
- Maßnahmen im Bereich des Kanalsystems,

- Flächendeckende Umsetzung des Aktionsprogramms Nitrat und des Programms der ländlichen Entwicklung: Begrenzung der Düngerhöchstmengen, Reduktion des direkten Düngereintrags oder des Abschwemmens in die Gewässer durch Pufferstreifen mit absoluten Düngeverbotszonen neben Oberflächengewässern, Regeln für das Ausbringen von stickstoffhaltigen Düngemitteln auf stark geneigten landwirtschaftlich genutzten Flächen im angrenzenden Bereich von Fließgewässern, Bestimmungen zur Ausbringung von Düngemitteln auf schneebedeckten Böden.

4 Polybromierte Diphenylether

4.1 Übersicht

Polybromierte Diphenylether (PBDE) sind bromierte Kohlenwasserstoffverbindungen, die ein Diphenylether-Grundgerüst mit variierender Anzahl und Position der Bromatome (1-10 Atome) besitzen. Diese unterschiedlichen PBDE-Verbindungen werden als Kongenere bezeichnet, von welchen insgesamt 209 existieren. Seit den 1960er-Jahren werden PBDE als Flammschutzmittel unter anderem in Kunststoffen, Textilien, Elektro- und Elektronikartikeln, Baumaterialien, Thermoplasten und Polyurethanschaum verwendet, wobei im Wesentlichen drei technische Gemische ihren Einsatz finden. Diese sind PentaBDE, OctaBDE und DecaBDE, die sich hinsichtlich ihrer Kongenerzusammensetzung unterscheiden (UBA, 2020a).

PentaBDE ist eine hochviskose, flüssige Mischung aus Tri-, Tetra-, Penta-, Hexa- und Heptabromdiphenylethern. Es besteht aus den sechs Kongeneren BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 und BDE-154, wobei BDE-47 und BDE-99 den größten Mengenanteil ausmachen. Gewöhnlich setzt sich kommerzielles PentaBDE aus 50-60% pentabromierten, 24-38% tetrabromierten und 4-8% hexabromierten Diphenylethern zusammen (UBA, 2020a).

In die Umwelt können PBDE über unterschiedliche Wege gelangen. Einerseits erfolgt ein Umwelteintrag während der Produktion und andererseits über den gesamten Produktlebenszyklus. PBDE sind mittlerweile weltweit in sämtlichen Umweltmedien (Luft, Boden, Sedimente, Tiere, Menschen, Pflanzen, Gewässer) nachzuweisen (EFSA, 2011). PentaBDE weisen ein hohes Bioakkumulationspotential sowie auch ein hohes Potential für Biomagnifikation auf. Des Weiteren ist es in der Umwelt persistent (Europäische Kommission, 2001). Generell führen PBDE zu DNA-Schädigungen durch die Induktion von reaktiven Sauerstoffspezies. Als kritischer Endpunkt bei der Toxizität wird die Neuroentwicklung angesehen. PBDE sind sehr toxisch und greifen Leber, die Schilddrüsenhomöostase sowie Reproduktions- und Nervensystem an (EFSA, 2011). Des Weiteren führt eine Exposition mit PentaBDE zu Wachstumsstörungen sowie auch zu dioxinähnlichen Effekten und endokrinen Störungen (Europäische Kommission, 2001).

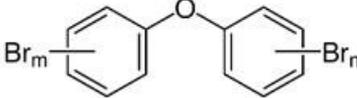
Bestimmte PBDE sind in der Stockholm-Konvention angeführt und weltweit verboten bzw. beschränkt und es existieren eine Reihe weiterer gesetzlicher Maßnahmen.

Nach Richtlinie 2013/39/EU bzw. GZÜV, Anlage 2 werden PBDE als prioritäre gefährliche und **ubiquitäre PBT** (persistente, bioakkumulierende und toxische) Stoffe ausgewiesen.

4.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten

Die Stoffeigenschaften von PentaBDE sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Stoffeigenschaften von PentaBDE (Quellen: Europäische Kommission, 2001, 2011b)

Name	PentaBDE
CAS Nummer	32534-81-9 (Pentabromdiphenylether (PentaBDE, technische Mischung)) 41318-75-6 (2,4,4' Tribromdiphenylether, BDE-28) 5436-43-1 (2,2',4,4' Tetrabromdiphenylether, BDE-47) 60348-60-9 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether, BDE-99) 189084-64-8 (2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether, BDE-100) 68631-49-2 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether, BDE-153) 207122-15-4 (2,2',4,4',5,6'-Hexabromdiphenylether, BDE-154)
EG Nummer	251-084-2 (PentaBDE)
Summenformel	C ₁₂ H ₅ Br ₅ O (PentaBDE)
Molekulargewicht in g/mol	564,7
Strukturformel	
Wasserlöslichkeit in mg/L (25°C)	13,3 (kommerzielles Gemisch, gemessen) Pentabromdiphenylether Komponente = 2,4 µg/L (für das Kongener BDE-99 gemessen)
Schmelzpunkt	-7 bis -3 °C (kommerzielles Gemisch)
Siedepunkt	>200 °C (Zersetzung) (kommerzielles Gemisch)
Fettlöslichkeit als log Kow	6,57 (kommerzielles Gemisch, gemessen) 6,46 – 6,97 (gemessen)

Name	PentaBDE
	7,66 (geschätzt-EPIsuite)
Sorptionsverhalten als K_{oc}	983.340 (gemessen) 215.080 – 556.801; 2 x 10 ⁶ (berechnet basierend auf dem K _{ow}) 264.060 (kommerzielles Gemisch, berechnet basierend auf dem K _{ow})
Bioakkumulation in aquatischen Organismen als BCF in L/kg	44.550 (kommerzielles Gemisch, berechnet basierend auf dem K _{ow}) 1.440; 17.700 (gemessen) 34.141; 43.061 – 45.880 (berechnet basierend auf dem K _{ow})
Toxizität als NOEC in Frischwasser in mg/L	Fisch, Frischwasser, chronische Effekte: 0,0089 (<i>Oncorhynchus mykiss</i> , 87 Tage, getestet: c-pentaBDE, 60 Tage post-hatch-NOEC für Wachstum) Wirbellose, Frischwasser, chronische Effekte: 0,0053 (<i>Daphnia magna</i> , 21 Tage, getestet: c-pentaBDE, 21 Tage-NOEC für Wachstum)
Flüchtigkeit als Dampfdruck in Pa (25°C)	0,000047 (kommerzielles Gemisch, gemessen) 0,000029 – 0,000073 (gemessen)
Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit als Henry-Konstante in Pa.m³/mol (25°C)	0,36 (gemessen) 2 (kommerzielles Gemisch, berechnet basierend auf Dampfdruck und Löslichkeit) 0,78 – 522 (berechnet basierend auf Dampfdruck und Löslichkeit)

Es erfolgt kein biotischer oder abiotischer Abbau von PentaBDE, weshalb es lange in der Umwelt verbleiben kann. Damit ist PentaBDE persistent in der Umwelt. Für die Kongenere BDE-99 und BDE-47 werden Halbwertszeiten von 600 Tagen (aerobes Sediment) und 150 Tagen (Wasser) geschätzt. Unter Umweltbedingungen ist PentaBDE gegenüber Hydrolyse stabil. Möglicherweise kann es zur Photodegradation in Wasser kommen (Europäische Kommission, 2001, 2011b).

Da es sich bei kommerziellem PentaBDE um eine Mischung aus Verbindungen mit unterschiedlichen Bromierungsgraden handelt (Kongenere), ist die Verteilung in der Umwelt zu einem Teil von den chemisch-physikalischen Eigenschaften der einzelnen Komponenten abhängig. Alle bromierten Diphenylether besitzen einen geringen Dampfdruck, wobei dieser mit steigender Bromierung abnimmt. Für kommerzielles PentaBDE wurde ein Dampfdruck von 0,0000496 Pa bei 21°C bestimmt. Aufgrund der geringen Dampfdrücke der entsprechenden Kongenere ist eine Verflüchtigung unwahrscheinlich. Durch die geringe Wasserlöslichkeit kann es jedoch trotzdem zu einer Verflüchtigung aus Lösungen kommen. Aufgrund der chemischen und physikalischen Eigenschaften sowie den relativ hohen atmosphärischen Halbwertszeiten wird daher angenommen, dass

PentaBDE in der Luft über lange Distanzen transportiert werden kann (Europäische Kommission, 2001). In der Atmosphäre kann es zu einer Anlagerung an Partikel sowie in weiterer Folge durch Nass- oder Trockendeposition zu einem Eintrag auf Oberflächen kommen. Monitoringdaten zeigen, dass PentaBDE in der Umwelt weit verbreitet sind und auch in Organismen aus abgelegenen Regionen vorkommen.

Im Boden sind die Hauptkongenere der kommerziellen PentaBDE-Mischung nicht mobil. Weiters ist eine Versickerung in das Grundwasser unwahrscheinlich (Europäische Kommission, 2001).

4.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag

4.3.1 Produktion und Verwendung

Seit den 1960er-Jahren wurden PBDE als additive Flammschutzmittel in einer Vielzahl von Produkten eingesetzt. Diese umfassen unter anderem Elektro- und Elektronikartikel, Polyurethan-Schäume, Kunststoffe, Textilien, Baumaterialien und Thermoplasten. Kommerzielles PentaBDE setzt sich üblicherweise zu 50-60% aus pentabromierten, zu 24-38% aus tetrabromierten sowie zu 4-8% aus hexabromierten Diphenylethern zusammen. Die Hauptkongenere sind BDE-47, BDE-99, BDE-100 und BDE-153 (UBA, 2020a). In der EU wurde kommerzielles PentaBDE durch direkte Bromierung von Diphenylether mittels Friedel-Crafts-Katalysator hergestellt. Die Mischung ist eine viskose Flüssigkeit oder halb feste Substanz bei Raumtemperatur und wurde als reines Produkt oder gemischt mit einem Phosphat-Ester Additiv vertrieben. In der EU wurde die Produktion von PentaBDE im Jahr 1997 eingestellt (Europäische Kommission, 2001).

Hauptsächlich (rund 95%) wurde kommerziell hergestelltes PentaBDE für schwer entflammaren, flexiblen Polyurethanschaum verwendet. Diese Polyurethanschäume wurden vor allem in laminierten Automobilanwendungen auf Schaumstoffbasis, in Möbeln sowie in Verpackungen auf Schaumstoffbasis verwendet. Zusätzlich wurden PentaBDE als Flammschutzmittel in Epoxidharz, Phenolharz, ungesättigtem Polyester und Textilien eingesetzt (Europäische Kommission, 2011b).

Seit 2004 ist die Verwendung von PentaBDE (sowie auch von OctaBDE) in der EU jedoch eingeschränkt. PentaBDE und OctaBDE mit einer Konzentration von >0,1 Gewichtsprozent dürfen weder als Substanzen, noch in Mischungen oder Artikeln in Verkehr gebracht

werden. Auch die Verwendung in Elektronik- und Elektrogeräten ist beschränkt. Die Mehrheit der früher erlaubten Verwendungen von PDBE ist daher in der EU mittlerweile verboten. PentaBDE ist im Annex A der Stockholm Konvention gelistet und darf in der EU nicht mehr verwendet werden (Europäische Kommission, 2011b).

4.3.2 Eintrag in die Umwelt

Da PentaBDE in der EU mittlerweile nicht mehr produziert werden, gibt es auch keine industriellen Punktquellen mehr. Bestände von Produkten, die mit Flammschutzmitteln behandelt wurden, können sich jedoch noch in Umlauf befinden. Da PentaBDE nur physikalisch und nicht chemisch mit dem Material verbunden sind, kann es vor allem in Innenräumen zur Freisetzung durch Verflüchtigung oder Abrieb von PentaBDE-haltigen Produkten (z.B. Computern, Fernseher, Autobestandteilen, Möbeln, Matratzen, Dämmstoffen, Farben, Tapeten oder Bodenbelägen) kommen. Diese Freisetzungen können entweder über die Luft oder über das Abwasser in die Umwelt gelangen. Einträge in die Umwelt von PDBE sind zwischen 1994 und 1999 stark zurückgegangen. In der Umwelt sind PBDE aber persistent und bioakkumulativ. Ein Rückgang von Emissionen bedeutet daher nicht gleichzeitig einen Rückgang von Konzentrationen in der Umwelt (BMNT, 2018; Europäische Kommission, 2011b).

4.4 Umweltqualitätsnormen

In der WRRL wurden Tetra-, Penta-, Hexa- und Heptabromdiphenylether (CAS- Nummern 40088-47-9, 32534-81-9, 36483-60-0 und 68928-80-3) als prioritäre gefährliche Stoffe eingestuft. Die Umweltqualitätsnorm ist auf das technische Gemisch der PentaBDE bezogen und berücksichtigt die Summe der Kongenere BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 und BDE-154). Die Biota-UQN wurde über den Schutz des Menschen beim Verzehr von Fischprodukten abgeleitet und ist strenger als das Qualitätskriterium für den Schutz von Prädatoren.

Tabelle 7 stellt die UQN für PentaBDE gemäß Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) sowie weitere gewässerbezogene Qualitätskriterien dar.

Tabelle 7: Umweltqualitätsnormen für polybromierte Diphenylether gemäß Richtlinie 2013/39/EU und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration)

Umweltqualitätsnorm	PentaBDE
JD-UQN	-
ZHK-UQN	0,14 µg/L
Biota-UQN (Fische)	0,0085 µg/kg Feuchtgewicht
Aquatische Lebensgemeinschaften (Pelagische Organismen)	0,049 µg/L (Süßwasser)
Aquatische Lebensgemeinschaften (Benthische Organismen)	1.550 µg/kg Trockengewicht, korrespondierende Konzentration im Wasser 0,000021 µg/L – 0,43 µg/L (Süßwasser)
Sediment	596 µg/kg (Feuchtgewicht) bzw. 1.550 µg/kg (Trockengewicht), korrespondierende Konzentration 0,000021 µg/L – 0,13 µg/L Zusätzlich wurden mit der Gleichgewichtsverteilungskoeffizienten-Methode folgende Werte berechnet: 6,7 – 140.000 µg/kg (Feuchtgewicht) bzw. 17,5 - 370.000 µg/kg (Trockengewicht), korrespondierende Konzentration 0,049 µg/L
Tierische Top-Prädatoren der aquatischen Nahrungskette	44 µg/kg Feuchtgewicht, korrespondierende Konzentration im Süßwasser 0,00025 µg/L
Menschliche Gesundheit durch Trinkwasser	0,00049 µg/L

4.5 Umweltkonzentrationen in Österreich

Bestimmte PBDE werden in Österreich aufgrund von rechtlichen Verpflichtungen und im Zuge von Forschungsprojekten in der aquatischen Umwelt beobachtet. Die Konzentrationen polybromierter Diphenylether in Umweltmedien in Österreich sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: Konzentrationen polybromierter Diphenylether in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich

Matrix / Eintragspfad	Ammoniumstickstoff (NH4-N)
Deposition	<p>BDE-28, BDE-100, BDE-153, BDE-154: < BG (n = 16, BG = 0,0001 µg/L); BDE-47: <BG – 0,00028 µg/L (n= 16, b>BG = 1; BG = 0,0001); BDE-99: <BG – 0,00012 µg/L (n= 16, b>BG = 1; BG = 0,0001)¹</p> <p>Summe PBDE*: 0,0003 µg/L (n = 3; n>BG = 3; BG = unterschiedlich)²</p> <p>BDE-47: n.n. – 0,049 µg/L (n = 13, n>BG = 9, BG = 0,00014); BDE-85: n.n. – 0,000031 µg/L (n = 13, n>BG = 3, BG = 0,000013); BDE-99: n.n. – 0,0024 µg/L (n = 13, n>BG = 8, BG = 0,00014); BDE-100: n.n. – 0,00046 µg/L (n = 13, n>BG = 9, BG = 0,000026); BDE-153: n.n. – <BG (n = 13, n>BG = 0, BG = 0,00011 µg/L); BDE-154: n.n. – <BG (n = 13, n>BG = 0, BG = 0,000057 µg/L)⁴</p>
Fließgewässer	<p>BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153: <BG (n = 7; BG = 0,0001 µg/L)¹ BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154: (n = 18; BG = 0,0001 µg/L) – Gewässer (filtriert)-Hochwasser¹ BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154: (n = 18; BG = 0,0001 µg/L) – Gewässer (filtriert)-Niederwasser¹ Summe PBDE**: n.n. – 0,0015 (n = 3; n>BG = 2) – Gewässer vor Abwassereinleitung² Summe PBDE**: n.n. – 0,00086 (n = 3; n>BG = 2) – Gewässer nach Abwassereinleitung²</p>
Grundwasser	<p>BDE-47: n.n. – 0,001 µg/L (n = 5, n>BG = 4, BG = 0,00014); BDE-99: n.n. – 0,00036 µg/L (n = 5, n>BG = 3, BG = 0,00014); BDE-100: n.n. – 0,000092 µg/L (n = 5, n>BG = 4, BG = 0,000026); BDE-153: n.n. – 0,00036 µg/L (n = 5, n>BG = 1, BG = 0,00011); BDE-154: n.n. – <BG (n = 5, BG = 0,000057)⁴</p> <p>BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154: <BG (n = 124, BG = 0,0001)⁵</p> <p>BDE-47: n.n. – 0,00062 µg/L (n = 22, n>BG = 3, BG = 0,00023-0,00025); BDE-99: n.n. – 0,00025 µg/L (n = 22, n>BG = 3, BG = 0,00014-0,0002); BDE-100: n.n. – 0,000056 µg/L (n = 22, n>BG = 3, BG = 0,000029-0,00040); BDE-153: n.n. – 0,000021 µg/L (n = 22, n>BG = 1, BG = 0,0000093-0,000012)⁶</p> <p>BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154: <BG (n = 73)⁷</p>
Kommunales Abwasser (ungereinigt)	<p>Summe PBDE**: 0,0007 – 0,0053 µg/L (n = 3; n>BG = 3)³</p> <p>Trockenwetterproben⁴: BDE-47: 0,0004 – 0,0016 µg/L (n = 6, n>BG = 6, BG = 0,00014); BDE-85: n.n. – 0,00036 µg/L (n = 6, n>BG = 2, BG = 0,000013); BDE-99: 0,00019 – 0,002 µg/L (n = 6, n>BG = 6, BG = 0,00014);</p>

Matrix / Eintragspfad	Ammoniumstickstoff (NH4-N)
	BDE-100: n.n. – 0,00041 µg/L (n = 6, n>BG = 5, BG = 0,000026); BDE-153: n.n. – 0,00028 µg/L (n = 6, n>BG = 1, BG = 0,00011); BDE-154: n.n. – 0,00033 µg/L (n = 6, n>BG = 2, BG = 0,000057)
Kommunales Abwasser (gereinigt)	Summe PBDE ^{**} : n.n. – 0,00099 µg/L (n = 3) ³ Trockenwetterproben ⁴ : BDE-47: <BG – 0,00063 µg/L (n = 6, n>BG = 4, BG = 0,00014); BDE-99: <BG – 0,00033 µg/L (n = 6, n>BG = 5, BG = 0,00014); BDE-100: n.n. – 0,000076 µg/L (n = 6, n>BG = 4, BG = 0,000026); BDE-153: n.n. – 0,0019 µg/L (n = 6, n>BG = 1, BG = 0,00011); BDE-154: n.n. – 0,00055 µg/L (n = 6, n>BG = 1, BG = 0,000057) Wochenmischproben ¹⁰ : BDE-47: n.n. – 0,00098 µg/L (n = 34, n>NG = 7, NG = 0,0001-0,00027); BDE-99: n.n. – 0,00048 µg/L (n = 34, n>NG = 10, NG = 0,00011-0,00016); BDE-100: n.n. – 0,00011 µg/L (n = 34, n>NG = 9, NG = 0,000021-0,000034); BDE-153: n.n. – 0,000081 µg/L (n = 34, n>NG = 7, NG = 0,0000084-0,000016); BDE-154: n.n. – 0,00002 µg/L (n = 34, n>NG = 9, NG = 0,0000026-0,000011)
Industrielles Abwasser	BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154: <BG (n = 20, BG = 0,0001 µg/L) – industrieller Direkteinleiter ^{†,1} Summe PBDE ^{**} : < BG (n = 93, n > BG = 10) (Einleitung ins Gewässer) ^{13 ****} Summe PBDE ^{**} : < BG – 0,018 µg/L (n = 204, n > BG = 57) (Einleitung in den Kanal) ^{13, ****}
Mischwasser	BDE-47: 0,00023 – 0,0046 µg/L (n = 7, n>BG = 7, BG = 0,00014); BDE-99: <BG – 0,0048 µg/L (n = 7, n>BG = 6, BG = 0,00014); BDE-100: 0,000032 – 0,00082 µg/L (n = 7, n>BG = 7, BG = 0,000026); BDE-153: n.n. – 0,00043 µg/L (n = 7, n>BG = 1, BG = 0,00011); BDE-154: n.n. – 0,00033 µg/L (n = 7, n>BG = 7, BG = 0,000057) ⁴
Niederschlagswasser aus Trennkanalisation	BDE-47: <BG – 0,0007 µg/L (n = 6, n>BG = 3, BG = 0,00014); BDE-99: n.n. – 0,00027 µg/L (n = 6, n>BG = 1, BG = 0,00014); BDE-100: n.n. – 0,000071 µg/L (n = 6, n>BG = 2, BG = 0,000026); BDE-153: n.n. – 0,000056 (n = 6, n>BG = 3, BG = 0,00011 µg/L); BDE-154: n.n. – <BG (n = 6, n>BG = 0, BG = 0,000057 µg/L) ⁴
Deponiesickerwasser	BDE-47: <BG – 0,011 µg/L (n = 9, n>BG = 8); BDE-99: n.n. – 0,012 µg/L (n = 9, n>BG = 8); BDE-100: n.n. – 0,0023 µg/L (n = 9, n>BG = 8); BDE-153: 0,000009 – 0,0031 µg/L (n = 9, n>BG = 9); BDE-154: <BG – 0,0017 µg/L (n = 9, n>BG = 8) ⁸
Klärschlamm	Summe PBDE ^{**} : 23 – 54 µg/kg TM (n = 2, n>BG = 2, BG = unterschiedlich) ²
Klärschlammkompost	Summe PBDE: 10 – 25 mg/kg TM (n = 2, n>BG = 2, BG = unterschiedlich) ²
Schwebstoffe	Bei Hochwasser: BDE-28: <BG – 0,017 µg/kg TM (n = 17, n>BG = 13, BG = 0,0021); BDE-47: <BG – 0,73 µg/kg TM (n = 17, n>BG = 15, BG = 0,038);

Matrix / Eintragspfad	Ammoniumstickstoff (NH4-N)
	<p>BDE-99: <BG – 1,2 µg/kg TM (n = 17, n>BG = 13, BG = 0,025); BDE-100: <BG – 0,2 µg/kg TM (n = 17, n>BG = 14, BG = 0,0055); BDE-153: n.n. – 0,099 µg/kg TM (n = 17, n>BG = 14, BG = 0,0018); BDE-154: n.n. – 0,14 µg/kg TM (n = 17, n>BG = 14, BG = 0,0028) ¹</p> <p>Bei Niederwasser: BDE-28: 0,0025 – 0,013 µg/kg TM (n = 7, n>BG = 7, BG = 0,0021); BDE-47: <BG – 0,26 µg/kg TM (n = 7, n>BG = 5, BG = 0,038); BDE-99: <BG – 0,29 µg/kg TM (n = 7, n>BG = 5, BG = 0,025); BDE-100: <BG – 0,061 µg/kg TM (n = 7, n>BG = 5, BG = 0,0055); BDE-153: <BG – 0,025 µg/kg TM (n = 7, n>BG = 5, BG = 0,0018); BDE-154: <BG – 0,037 µg/kg TM (n = 7, n>BG = 5, BG = 0,0028) ¹</p>
Boden	<p>Summe PBDE: 0,14 – 0,43 mg/kg TM (n = 2; n>BG = 2, BG = unterschiedlich) – Düngeflächen vor Klärschlammausbringung; Summe PBDE: 0,18 – 0,69 mg/kg TM (n = 2; n>BG = 2, BG = unterschiedlich) – Düngeflächen nach Klärschlammausbringung; Summe PBDE: 0,14 – 0,99 mg/kg TM (n = 4; n>BG = 4, BG = unterschiedlich) – Referenzboden²</p> <p>Grünlandboden, Tiefenstufe 0-5 cm⁸: BDE-28: n.n. – 7,75 ng/kg TM (n = 10); BDE-47: 0,95 – 15 (n = 10, n>BG = 10); BDE-99: 14 – 150 ng/kg TM (n = 10, n>BG = 10); BDE-100: 0,85 – 8,4 ng/kg TM (n = 10, n>BG = 10); BDE-153: 1,2 – 30 ng/kg TM (n = 10, n>BG = 10); BDE-154: 0,75 – 26 ng/kg TM (n = 10, n>BG = 10)</p> <p>Grünlandboden, Tiefenstufe 5-10 cm⁸: BDE-28: n.n. – 2,4 ng/kg TM (n = 10); BDE-47: 0,95 – 15 (n = 10, n>BG = 10); BDE-99: 4,4 – 130 ng/kg TM (n = 10, n>BG = 10); BDE-100: 0,27 – 5,6 ng/kg TM (n = 10, n>BG = 10); BDE-153: n.n. – 36 ng/kg TM (n = 10); BDE-154: 0,75 – 11 ng/kg TM (n = 10, n>BG = 10)</p> <p>Ackerboden¹: BDE-28: n.n. – <BG (n = 12, n>BG = 0, BG = 0,0021 µg/kg); BDE-47: n.n. – 0,062 µg/kg (n = 12, n>BG = 4, BG = 0,038); BDE-99: <BG – 0,086 µg/kg (n = 12, n>BG = 8, BG = 0,025); BDE-100: <BG – 0,014 µg/kg (n = 12, n>BG = 8, BG = 0,0055); BDE-153: 0,0029 – 0,019 µg/kg (n = 12, n>BG = 12, BG = 0,0018); BDE-154: 0,0025 – 0,012 µg/kg (n = 12, n>BG = 12, BG = 0,0028)</p> <p>Grünland¹: BDE-28: n.n. – 0,0025 (n = 6, n>BG = 2, BG = 0,0021 µg/kg); BDE-47: n.n. – 0,36 µg/kg (n = 6, n>BG = 2, BG = 0,038); BDE-99: <BG – 0,4 µg/kg (n = 6, n>BG = 2, BG = 0,025); BDE-100: <BG – 0,092 µg/kg (n = 6, n>BG = 4, BG = 0,0055);</p>

Matrix / Eintragspfad	Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N)
	<p>BDE-153: 0,0015 – 0,051 µg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 0,0018); BDE-154: 0,0024 – 0,046 µg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 0,0028)</p> <p>Waldboden¹: BDE-28: <BG – 0,0092 (n = 6, n>BG = 2, BG = 0,0021 µg/kg); BDE-47: <BG – 0,67 µg/kg (n = 6, n>BG = 3, BG = 0,038); BDE-99: <BG – 0,47 µg/kg (n = 6, n>BG = 4, BG = 0,025); BDE-100: <BG – 0,12 µg/kg (n = 6, n>BG = 5, BG = 0,0055); BDE-153: <BG – 0,053 µg/kg (n = 6, n>BG = 5, BG = 0,0018); BDE-154: <BG – 0,14 µg/kg (n = 6, n>BG = 5, BG = 0,0028)</p>
Gärrückstände	Summe PBDE: 2,2 – 3,5 mg/kg TM (n = 2, n>BG = 2) ²
Gras	Summe PBDE ^{**} : 0,15 (max.) (n = 5, BG = unterschiedlich) ²
Fische	<p>BDE-28: 0,016 – 0,074 µg/kg Nassgewicht (n = 2, n>BG = 2, BG = 0,0021); BDE-47: 1,2 – 1,4 µg/kg Nassgewicht (n = 2, n>BG = 2, BG = 0,038); BDE-99: 0,051 – 0,77 µg/kg Nassgewicht (n = 2, n>BG = 2, BG = 0,025); BDE-100: 0,23 – 0,3 µg/kg Nassgewicht (n = 2, n>BG = 2, BG = 0,0055); BDE-153: 0,08 – 0,11 µg/kg Nassgewicht (n = 2, n>BG = 2, BG = 0,0018); BDE-154: 0,062 – 0,17 µg/kg Nassgewicht (n = 2, n>BG = 2, BG = 0,0028)^{***, 11}</p> <p>BDE-28: <BG – 0,38 µg/kg FG (n = 58, n>BG = 57, BG = 0,00003-0,00062); BDE-47: 0,03 – 5,5 µg/kg FG (n = 58, n>BG = 58, BG = 0,021); BDE-99: n.n. – 0,67 µg/kg FG (n = 58, n>BG = 50, BG = 0,0051); BDE-100: 0,0023 – 1,1 µg/kg FG (n = 58 n>BG = 58, BG = 0,0013); BDE-153: n.n. – 0,66 µg/kg FG (n = 58, n>BG = 56, BG = 0,00093-0,0032); BDE-154: <BG – 0,67 µg/kg FG (n = 58 n>BG = 57, BG = 0,0015-0,0017)¹²</p>

* BDE-28, BDE-153, BDE-154 (BDE-47, BDE-99, BDE-100 wurden in keiner der Proben nachgewiesen).

** Summe aus BDE-28, -47, -99, -100, -153 und -154.

*** Zwei Poolproben zu je fünf Einzelfischen.

**** vorrangig Sickerwasser aus Abfalldponien, Abwasser aus der physikalisch-chemischen oder biologischen Abfallbehandlung, Abwasser aus der chemischen Industrie (Kunststoff, Gummi, Kautschuk) und der Textilveredlung und -behandlung.

† n=Anzahl der Eintragungen; Untersuchungen 1x/Quartal; Daten aus dem Zeitraum 2015-Q2/2020.

‡ Proben unterschiedlicher Herkunft (Energiewirtschaft, Nahrungsmittel, Oberflächenbehandlung, Papier- und Zellstoff, Petrochemische Industrie, Stahlproduktion).

Quellen: 1...BMNT (2019a); 2...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2016). 3...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2017). 4...BMLFUW (2014b). 5...BMNT (2018). 6...Brueller et al. (2018). 7...H2O Datenbank (Erhebung der Wasser-güte in Österreich gemäß GZÜV. 8...BMLFUW (2016). 9...Umweltbundesamt (2010). 10...BMLFUW (2017a). 11...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2019). 12...BMLFW (2015). 13... EMREG-OW (Referenzjahre 2010-2018) – Jahresdurchschnittskonzentrationen berechnet aus der gemeldeten Jahresfracht (kg/a) und der Jahresabwassermenge (m³/a). Angegeben wird das 25% und das 75%-Perzentil, um Ausreißerwerte auszuschließen.

4.6 Risikobewertung

4.6.1 Oberflächengewässer

Die Ergebnisse der Risikobewertung sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Sie basiert auf der Auswirkungsanalyse von Punktquellen (EMREG-OW und Modellierung STOBIMO) und diffusen Stoffeinträgen (Modellierung STOBIMO Spurenstoffe, BMNT 2019a), der Berücksichtigung von Zustandsausweisungen im 2. NGP sowie Monitoringdaten. Für PBDE sind die rechtlich vorgegebenen Umweltqualitätsnormen auf Biota bezogen. Für die Risikoabschätzung wurde ein aus der Biota-UQN mittels Verteilungskoeffizienten abgeleiteter Wasserwert von 0,000000049 µg/L verwendet (Europäische Kommission, 2011b). Eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung enthält Kapitel 2.2 sowie BMLRT (2020a).

Tabelle 9: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend PBDE

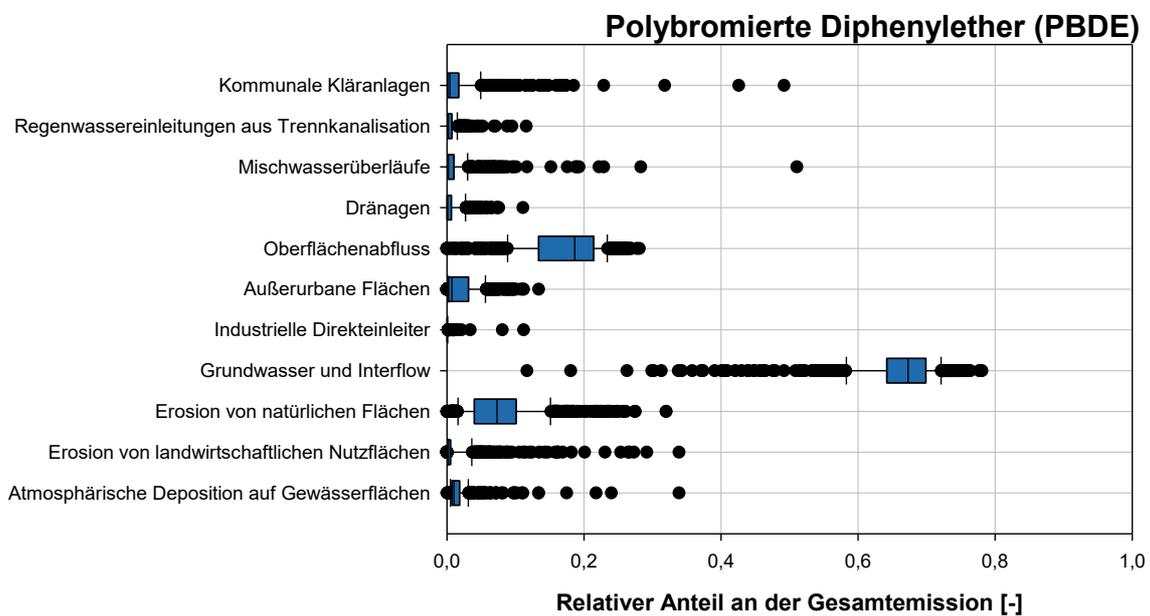
Pentabromdiphenylether		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	8.117	>99,9 %
	Punktquelle	2	<0,1 %
Risiko Gesamt		8.119	100 %

Für die Bewertung der Punktquellen lagen im **EMREG-OW** nahezu keine Emissionsdaten für PentaBDE vor. Für die Auswirkungsanalyse wurden daher für alle im EMREG-OW erfassten Direkteinleitungen Emissionsfrachten mittels typischer Ablaufkonzentrationen berechnet. Für 370 der 540 Wasserkörper wurde eine mögliche signifikante Beeinträchtigung durch PBDE berechnet. Die Ergebnisse von Modellierungen zeigen jedoch, dass Punktquellen nur vereinzelt den Haupteintragspfad darstellen. Anzumerken ist dazu jedenfalls, dass das aus der Biota-UQN abgeleitete Bewertungskriterium für Wasser sehr niedrig ist.

Bei der Auswertung der punktförmigen und der diffusen Stoffeinträge mittels **Modellierung (STOBIMO Spurenstoffe)** wurde für PentaBDE für alle 754 Teileinzugsgebiete ein hohes oder sehr hohes mögliches signifikantes Risiko einer Zielverfehlung berechnet (BMNT, 2019a). Bei der regionalspezifischen Pfadanalyse können

die relativen Frachtbeiträge der Eintragspfade am Gesamteintrag in Abhängigkeit der Charakteristika der Untersuchungsgebiete stark schwanken. Als **Haupteintragspfade** für PBDE ist in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik der unterirdische Zustrom zu nennen. Zu einem wesentlich kleineren Anteil trägt auch der Oberflächenabfluss zum Eintrag in die Gewässer bei. Abbildung 3 gibt einen Überblick über den relativen Frachtanteil der einzelnen Eintragspfade in den 754 untersuchten Teileinzugsgebieten.

Abbildung 3: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analyse-gebiete für PBDE (BMNT, 2019a)



4.6.2 Grundwasser

Da in der QZV Chemie GW keine Schwellenwerte für PentaBDE festgelegt sind, wurde die Stoffgruppe bei der Bewertung einer möglichen Verfehlung des guten chemischen Grundwasserzustandes nicht berücksichtigt.

4.7 Zustand

4.7.1 Oberflächengewässer

Eine Zusammenfassung der Zustandsbewertung in Abhängigkeit vom Bewertungstyp (siehe Kapitel 2.3) enthält Tabelle 10.

Tabelle 10: Zustandsbewertung der Fließgewässer für PBDE in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge

Pentabromdiphenylether	Zustand (in % der Gewässerlänge)	
	gut	nicht gut
Bewertungstyp A	0 %	1,1 %
Bewertungstyp B	0 %	0 %
Bewertungstyp C	0 %	98,9 %
Gesamt	0 %	100 %

Die Bewertung des chemischen Zustands für PBDE zeigt in 100% der Gewässer eine Überschreitung der Zielvorgaben. In 1,1 % der Gewässer liegen Untersuchungsdaten von PBDE in Biota vor (Bewertungstyp A). Alle Messwerte zeigen deutliche Überschreitungen der Zielvorgaben. Da auch in Hintergrundgebieten die UQN überschritten wurde, wird der chemische Zustand bezogen auf PBDE flächendeckend als schlecht ausgewiesen.

Bei den insgesamt 62 Seen wird betreffend PBDE überall ein nicht guter chemischer Zustand ausgewiesen. Für 6 Seen liegen Untersuchungsdaten in Biota vor, auch hier zeigen alle Messwerte deutliche Überschreitungen.

Die flächendeckende Überschreitung wurde bereits im 2. NGP ausgewiesen.

4.7.2 Grundwasser

Die Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (BGBl. II Nr. 98/2010 idgF) sieht für PBDE keine Schwellenwerte vor, weshalb PBDE nicht im Zuge des regulären WRRL-Monitoring im Grundwasser untersucht wird. Es findet auch keine Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper nach WRRL statt.

4.8 Maßnahmen

4.8.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Die REACH-Verordnung sieht in Anhang XVII keine Beschränkungen für PentaBDE vor.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

Im Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis finden sich folgende Informationen (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Pentabromdiphenylether

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
602-083-00-4	251-084-2	32534-81-9	Pentabromdiphenylether
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort
Lact.	H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.	GHS08
STOT RE 2	H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.	 GHS09
Aquatisch Akut 1	H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.	
Aquatisch Chronisch 1	H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.	

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
Repr. 1B	H360 FD	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.	 Gefahr

Für nachfolgende Stoffe gibt es keine harmonisierte Einstufung, aber folgende Selbsteinstufung:

- 2,2',4,4' Tetrabromdiphenylether (CAS-Nr. 5436-43-1): keine Einstufung
- 2,2',4,4',5,5' Hexabromdiphenylether (CAS-Nr. 68631-49-2): keine Einstufung
- 2,2',4,4',5 Pentabromdiphenylether (CAS-Nr. 60348-60-9): keine Einstufung
- 2,2',3,4,4'-Pentabromdiphenylether (CAS-Nr. 182346-21-0): Lact., STOT RE 2, Aquatisch chronisch 1, Aquatisch akut 1

Für folgende Stoffe wurden keine Einträge im Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis gefunden:

- 2,4,4' Tribromdiphenylether (CAS-Nr. 41318-75-6)
- 2,2',4,4',5,6' Hexabromdiphenylether (CAS-Nr. 207122-15-4)
- 2,2',4,4',6 Pentabromdiphenylether (CAS-Nr. 189084-64-8)

Stockholm-Übereinkommen

Hexabromdiphenylether und Heptabromdiphenylether (umfasst sind BDE-153, BDE-154, BDE-175, BDE-183 und andere in handelsüblichem Octabromdiphenylether (o-octaBDE) enthaltene Hexa- und Heptabromdiphenylether), welche die Hauptbestandteile von Octabromodiphenylether darstellen, wurden in Anhang A (Eliminierung) der Stockholm-Konvention mit spezifischen Ausnahmen aufgenommen, die 2030 auslaufen (Entscheidung SC-4/14). Tetrabromdiphenylether und Pentabromdiphenylether (CAS-Nr. 5436-43-1 und CAS-Nr. 60348-60-9) stellen die Hauptbestandteile von Pentabromdiphenylethern dar; diese wurden in Anhang A (Eliminierung) der Stockholm-Konvention mit spezifischen Ausnahmen aufgenommen (Entscheidung SC-4/18).

Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe (POP)

Anhang I, Teil A (Stoffe, die im Übereinkommen und im Protokoll aufgelistet sind, sowie Stoffe, die nur im Übereinkommen aufgelistet sind) enthält die in Tabelle 12 zusammengefassten Einträge.

Tabelle 12: Vorgaben für bromierte Diphenylether in der Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe (POP)

Stoff	CAS Nr.	EG-Nr.	Ausnahme für die Verwendung als Zwischenprodukt oder andere Spezifikation
Pentabromdiphenylether C₁₂H₅Br₅O	32534-81-9 und andere	251-084-2 und andere	<p>1. Für die Zwecke dieses Eintrags gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für Konzentrationen von Pentabromdiphenylether von höchstens 10 mg/kg (0,001 Gew.-%), wenn Pentabromdiphenylether in Stoffen vorhanden ist.</p> <p>2. Für die Zwecke der Einträge zu Tetra-, Penta-, Hexa-, Hepta- und DecaBDE gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für die Summe der Konzentrationen von höchstens 500 mg/kg, wenn sie in Gemischen oder Erzeugnissen vorhanden sind, vorbehaltlich einer Überprüfung und Bewertung durch die Kommission bis zum 16. Juli 2021. Bei dieser Überprüfung werden unter anderem alle relevanten Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt bewertet.</p> <p>3. Abweichend hiervon zulässig sind die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Elektro- und Elektronikgeräten, die unter die Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates (1) fallen.</p> <p>4. Die Verwendung von Erzeugnissen, die in der Union bereits vor dem 25. August 2010 verwendet wurden und Pentabromdiphenylether enthalten, ist zulässig. Artikel 4 Absatz 2 Unterabsätze 3 und 4 finden auf solche Erzeugnisse Anwendung</p>
Hexabromdiphenylether C₁₂H₄Br₆O	36483-60-0 und andere	253-058-6 und andere	<p>1. Für die Zwecke dieses Eintrags gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für Konzentrationen von Hexabromdiphenylether von höchstens 10 mg/kg (0,001 Gew.-%), wenn Hexabromdiphenylether in Stoffen vorhanden ist.</p> <p>2. Für die Zwecke der Einträge zu Tetra-, Penta-, Hexa-, Hepta- und DecaBDE gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für die Summe der Konzentrationen von</p>

Stoff	CAS Nr.	EG-Nr.	Ausnahme für die Verwendung als Zwischenprodukt oder andere Spezifikation
			<p>höchstens 500 mg/kg, wenn sie in Gemischen oder Erzeugnissen vorhanden sind, vorbehaltlich einer Überprüfung und Bewertung durch die Kommission bis zum 16. Juli 2021. Bei dieser Überprüfung werden unter anderem alle relevanten Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt bewertet.</p> <p>3. Abweichend hiervon zulässig sind die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Elektro- und Elektronikgeräten, die unter die Richtlinie 2011/65/EU fallen.</p> <p>4. Die Verwendung von Erzeugnissen, die in der Union bereits vor dem 25. August 2010 verwendet wurden und Hexabromdiphenylether enthalten, ist zulässig. Artikel 4 Absatz 2 Unterabsätze 3 und 4 finden auf solche Erzeugnisse Anwendung.</p>
Heptabromdiphenylether C₁₂H₃Br₇O	32534-81-9 und andere	251-084-2 und andere	<p>1. Für die Zwecke dieses Eintrags gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für Konzentrationen von Heptabromdiphenylether von höchstens 10 mg/kg (0,001 Gew.-%), wenn Heptabromdiphenylether in Stoffen vorhanden ist.</p> <p>2. Für die Zwecke der Einträge zu Tetra-, Penta-, Hexa-, Hepta- und DecaBDE gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für die Summe der Konzentrationen von höchstens 500 mg/kg, wenn sie in Gemischen oder Erzeugnissen vorhanden sind, vorbehaltlich einer Überprüfung und Bewertung durch die Kommission bis zum 16. Juli 2021. Bei dieser Überprüfung werden unter anderem alle relevanten Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt bewertet.</p> <p>3. Abweichend hiervon zulässig sind die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Elektro- und Elektronikgeräten, die unter die Richtlinie 2011/65/EU fallen.</p> <p>4. Die Verwendung von Erzeugnissen, die in der Union bereits vor dem 25. August 2010 verwendet wurden und Heptabromdiphenylether enthalten, ist zulässig. Artikel 4 Absatz 2 Unterabsätze 3 und 4 finden auf solche Erzeugnisse Anwendung.</p>

Der Umgang mit Abfällen, die aus in Anhang IV aufgelisteten Stoffen bestehen, sie enthalten oder durch sie verunreinigt sind, ist im Artikel 7 (Abfallbewirtschaftung) geregelt. Unter anderem ist darunter enthalten, dass die Abfallerzeuger und Besitzer

versuchen sollen, die Abfälle der im Anhang IV gelisteten Stoffe zu vermeiden, sie zu beseitigen bzw. die enthaltenen POP zu zerstören oder unumkehrbar umzuwandeln.

Anhang IV umfasst folgende drei Einträge, für die ein Grenzwert von 1.000 mg/kg für die Summe der Konzentrationen von Tetrabromdiphenylether, Pentabromdiphenylether, Hexabromdiphenylether, Heptabromdiphenylether und Decabromdiphenylether gilt:

- Pentabromdiphenylether C₁₂H₅Br₅O (CAS-Nr. 32534-81-9 und andere)
- Hexabromdiphenylether C₁₂H₄Br₆O (CAS-Nr. 36483-60-0 und andere)
- Heptabromdiphenylether C₁₂H₃Br₇O (CAS-Nr. 32534-81-9 und andere)

Die Kommission überprüft diesen Konzentrationsgrenzwert und legt erforderlichenfalls und im Einklang mit den Verträgen einen Gesetzgebungsvorschlag zur Senkung dieses Grenzwerts auf 500 mg/kg vor. Die Kommission führt diese Überprüfung so rasch wie möglich und in jedem Fall spätestens bis zum 16. Juli 2021 durch.

Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe samt Anlagen und Erklärung, StF: BGBl. III Nr. 158/2004, zuletzt geändert durch BGBl. III Nr. 146/2019

Das Stockholmer Übereinkommen über POP wurde in Österreich mittels BGBl. III Nr. 158/2004 umgesetzt, die letzte Änderung erfolgte durch BGBl. III Nr. 146/2019. Es sind keine spezifischen Ausnahmeregelungen für Tetra-, Penta-, Hexa- und Heptabromdiphenylether vorgesehen.

Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien, letzte Änderung durch die delegierte Verordnung 2020/1068

Für Pentabromdiphenylether gibt es folgende Informationen:

- Handelsübliche Pentabromdiphenylether, einschließlich Tetrabromdiphenylether (CAS-Nr. 40088-47-9) und Pentabromdiphenylether (CAS-Nr. 32534-81-9) sind in Anhang 1 Teil 3, der Liste der Chemikalien, die dem PIC Verfahren unterliegen, gelistet.
- Pentabromdiphenylether (EG-Nr. 251-084-2 und weitere CAS- Nr. 32534- 81- 9 und weitere KN-Code 2909 3031) sind im Anhang V, Teil 1 Chemikalien und Artikel, für die ein Ausfuhrverbot gilt, gelistet.

Weiters sind im Anhang V Teil 1 Artikel und Erzeugnisse gelistet, die Tetra-, Penta-, Hexa- oder Heptabromdiphenylether in Konzentrationen von 0,1 Gew.-% oder mehr enthalten, sofern diese teilweise oder vollständig aus verwerteten Materialien oder aus Materialien aus zur Wiederverwendung aufbereiteten Abfällen hergestellt wurden.

Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates

In Anhang II der Verordnung sind für bromierte Diphenylether (Gesamtmenge der Penta-BDE, Octa-BDE und Deca-BDE) folgende Schwellenwerte für die Freisetzung festgelegt: 1 kg/Jahr in Gewässer sowie 1 kg/Jahr in den Boden. Betreiber von Betriebseinrichtungen, in denen eine oder mehrere der in Anhang I der Richtlinie beschriebenen Tätigkeiten durchgeführt werden und in denen die in Anhang I festgelegten Kapazitätsschwellenwerte überschritten werden, müssen laut Artikel 5 der Richtlinie ihren zuständigen Behörden jährlich Freisetzungen in Luft, Wasser und Boden mitteilen, wenn diese Schwellenwerte überschritten werden. Für Österreich haben Betreiber von Betriebseinrichtungen seit 2009 keine PBDE-Emissionen über den Schwellenwerten in Gewässer oder Böden gemeldet.

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Für Emissionen von PBDE liegen derzeit in keiner BVT Schlussfolgerung BAT-AEL vor. Im derzeit in Überarbeitung befindlichen BREF Textilindustrie werden PBDE behandelt.

Artikel 14 der IE-RL sieht vor, dass die Genehmigungen von Industrieanlagen Emissionsgrenzwerte für die Schadstoffe des Anhangs II, die in relevanter Menge emittiert werden können, beinhalten. Im Anhang II werden die Stoffe des Anhangs X der WRRL als wasserrelevante Schadstoffe angeführt. Somit sind PBDE prinzipiell von der IE-RL erfasst.

Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL), Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und Richtlinie 2013/39/EU zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik

In Anhang X (Liste der prioritären Stoffe im Bereich der Wasserpolitik) der WRRL sind bromierte Diphenylether als prioritäre Stoffe eingestuft, Tetra-, Penta-, Hexa- und Heptabromdiphenylether darüber hinaus als prioritär gefährliche Stoffe. Gemäß WRRL muss die Wasserverschmutzung durch Einleitungen, Emissionen oder Verluste prioritärer gefährlicher Stoffe beendet oder schrittweise eingestellt werden.

Emissionsregisterverordnung 2017 (BGBl. II Nr. 207/2017 idgF, EmRegV-OW 2017)

Da PBDE (Summe aus BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 und BDE-154) einen prioritären Stoff darstellt, wird er in EMREG-OW erfasst.

Weitere gesetzliche Regelungen:

- Verordnung (EU) Nr. 1257/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2013 über das Recycling von Schiffen und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 und der Richtlinie 2009/16/EG
- Richtlinie 2011/65/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten
- Delegierte Richtlinie (EU) 2016/585 der Kommission vom 12. Februar 2016 zur Änderung — zwecks Anpassung an den technischen Fortschritt — von Anhang IV der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates bezüglich einer Ausnahmeregelung für Blei, Cadmium, sechswertiges Chrom und polybromierte Diphenylether (PBDE) in Ersatzteilen, die aus medizinischen Geräten oder Elektronenmikroskopen ausgebaut und für die Reparatur oder Wiederinstandsetzung von derartigen Geräten oder Mikroskopen verwendet werden
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von elektrischen und elektronischen Altgeräten (Elektroaltgeräteverordnung – EAG-VO), StF: BGBl. II Nr. 121/2005, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 272/2020

- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Elektroaltgeräteverordnung geändert wird (EAG- VO- Novelle 2017) BGBl. II Nr. 81/2017

4.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen

Die Szenarienanalyse im Projekt STOBIMO Spurenstoffe hat gezeigt, dass der Eintrag von PBDE in die Gewässer vor allem durch den Ausbau der Adsorptionsstufe auf Kläranlagen mit mehr als 50.000 EW verringert werden kann. Durch diese Maßnahme ist eine Reduktion der Gewässerbelastung von bis zu 27% möglich. Durch den Ausbau der Regenwasserbehandlung kann in einzelnen Gewässern weiters eine Reduktion von bis zu 20% erreicht werden. Die Maßnahmen entfalten diese Wirkung jedoch nur in Teileinzugsgebieten, in denen diese Eintragspfade die relevanten Eintragspfade darstellen. Dies ist nur in sehr wenigen Teileinzugsgebieten der Fall.

5 Benzo(a)pyren und Fluoranthen

5.1 Übersicht

Benz(a)pyren (B(a)P) und Fluoranthen zählen zu den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK). Primär entstehen sie durch unvollständige Verbrennung von organischem Material (Holz, Kohle, Benzin, Öl, Tabak, Abfälle) und Lebensmitteln (Grillen, Braten, Räuchern) sowie während verschiedener industrieller Prozesse. Im Allgemeinen kommen PAK in komplexen Mischungen vor, die aus einer Vielzahl verschiedener Verbindungen bestehen können (EFSA, 2008). Derzeit sind etwa 250 verschiedene PAK-Verbindungen bekannt (AGES, 2019). Durch die genannten natürlichen und anthropogenen Prozesse gelangen PAK über verschiedene Wege in die Umwelt. So werden PAK unter anderem durch Abgase und Asche in die Atmosphäre emittiert und dort verteilt. Anschließend gelangen sie durch Deposition auf die Fläche oder können durch Niederschlag und in weiterer Folge über Erosion und Oberflächenabfluss in Gewässer gelangen (Environment Agency, 2019). Grundsätzlich kommen PAK immer in Gemischen vor. In der Umwelt erfolgt zumeist der Nachweis von 16 PAK-Verbindungen, die besonders toxisch, kanzerogen und gentoxisch sind, den sogenannten EPA-PAK nach einem Vorschlag der U.S. amerikanischen Umweltbehörde U.S. EPA. Zu den 16 EPA-PAK zählen sowohl B(a)P als auch Fluoranthen, wobei B(a)P eine der kanzerogensten Verbindungen ist und zumeist als Leitsubstanz herangezogen wird. Das bedeutet, dass die gemessene B(a)P-Konzentration als Maß zur Bewertung der Wirkungsstärke eines vorliegenden PAK-Gemisches herangezogen wird (LfU, 2017).

B(a)P ist kanzerogen, mutagen, reproduktionstoxisch sowie akut und chronisch toxisch für Wasserorganismen. Des Weiteren ist die Verbindung sehr persistent und sehr bioakkumulativ. Aufgrund dieser Eigenschaften ist B(a)P auch als besonders besorgniserregender Stoff (SVHC) auf der Kandidatenliste der Europäischen Chemikalienagentur ECHA gelistet (ECHA, 2020a). Fluoranthen ist ebenfalls als SVHC aufgrund seiner persistenten, bioakkumulativen und toxischen (PBT) sowie seiner sehr persistenten und sehr bioakkumulativen (vPvB) Eigenschaften eingestuft (ECHA, 2020b).

In der Richtlinie 2013/39/EU (UQN-Richtlinie) wird B(a)P gemeinsam mit vier anderen PAK-Verbindungen (Benzo(b)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren) als Summenparameter dargestellt, der als prioritär gefährlicher

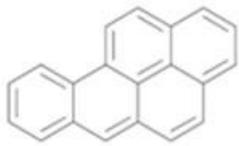
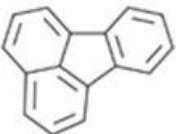
Stoff nach Artikel 16 der Richtlinie 2000/60/EWG (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL) identifiziert wurde. Für diese Stoffe sieht die Richtlinie vor, dass Einleitungen, Emissionen und Verluste in die aquatische Umwelt zu beenden oder schrittweise einzustellen sind. Fluoranthen ist in der UQN-Richtlinie als prioritärer Stoff eingestuft, für welche die Mitgliedstaaten Maßnahmen zur schrittweisen Reduzierung zu ergreifen haben.

Benzo(a)pyren ist gemeinsam mit den vier anderen PAK-Verbindungen (Benzo(b)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren) gemäß RL 2013/39/EU bzw. GZÜV, Anlage 2 als **ubiquitärer PBT**-(persistenter, bioakkumulierender und toxischer) Stoff eingestuft.

5.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten

Tabelle 13 fasst die Stoffeigenschaften von Benzo(a)pyren und Fluoranthen zusammen.

Tabelle 13: Stoffeigenschaften von Benzo(a)pyren (Quellen: ECHA (2020a), Europäische Kommission (2011c)) und Fluoranthen (Quellen: ECHA (2018), ECHA (2020b), Europäische Kommission (2011d))

Name	Benz[a]pyren	Fluoranthen
IUPAC Name	Benz[def]chrysen	1,2-(1,8-Naphthalenediyl)benzene; 1,2-Benzacenaphthen; Benzo(jk)fluoren
Weitere Bezeichnungen	Benzo-alpha-pyren, 3,4-Benzopyren, 4,5-Benzochrysen	-
CAS Nummer	50-32-8	206-44-0
EG Nummer	200-028-5	205-912
Summenformel	C ₂₀ H ₁₂	C ₁₆ H ₁₀
Molekulargewicht in g/mol	252,3	202,3
Strukturformel		

Name	Benz[a]pyren	Fluoranthren
Wasserlöslichkeit in mg/L (25°C)	0,00154	0,20
Schmelzpunkt	177-179 °C	110°C
Siedepunkt	495 °C bei 1013,25 hPa	384°C
Fettlöslichkeit als log K _{ow}	6,11 (berechnet) 6,13 (experimentell)	5,2
Sorptionsverhalten als K _{oc}	5,92	4,99
Bioakkumulation in aquatischen Organismen als BCF in L/kg geometrische Mittelwerte, angegeben sind BCF, die für die Ableitung der UQN herangezogen wurden	57.981 (Weichtiere) 11.138 (Krebstiere und Kopffüßler) 135 (Fisch)	2.439 (Fisch) 3.932 (Weichtiere) 4.800 (Krebstiere)
Toxizität als NOEC in Frischwasser in mg/L	Keine Daten (NOEC) vorhanden. Effektkonzentrationen: Invertebraten: EC ₁₀ (Reproduktion): 0,005 (<i>Ceriodaphnia dubia</i> , 7d) Fisch: EC ₁₀ (ELS-Abnormalitäten): ≥0,0029 (<i>Oncorhynchus mykiss</i> , 36d)	Invertebraten: 0,032 (<i>Ceriodaphnia dubia</i> , 7d, Reproduktion) 0,0014 (<i>Daphnia magna</i> , 21d, Wachstum – UV-Licht) 0,017 (<i>Daphnia magna</i> , 21d, Wachstum – Fluoreszenzlicht) 0,09 (<i>Daphnia magna</i> , 10d, Sterblichkeit) <0,063 (<i>Diporeia sp.</i> , 10d, Sterblichkeit – Gelblicht) 0,018 (<i>Hyalella azteca</i> , 10d, Sterblichkeit) 0,014 (<i>Hyalella azteca</i> , 10 d, Sterblichkeit) Fisch: 0,047 (<i>Danio rerio</i> , 41d, ELS, Sterblichkeit) 0,0044 (<i>Danio rerio</i> , 41d, ELS, Länge) 0,016 (<i>Danio rerio</i> , 41d, ELS, Gewicht) <6,2 (<i>Pimephales promelas</i> , 11w, full-life, Überleben) 10,4 (<i>Pimephales promelas</i> , 32d, ELS, Wachstum – Fluoreszenz-licht) 1,4 (<i>Pimephales promelas</i> , 32d, ELS, Wachstum – UV-Licht)

Name	Benz[a]pyren	Fluoranthen
Flüchtigkeit als Dampfdruck in Pa	0,00000073 bei 25°C	0,0012 bei 15°C
Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit als Henry-Konstante in Pa.m ³ /mol (25°C)	0,034 bei 20°C	1,1

B(a)P besteht aus fünf Benzolringen und liegt bei Raumtemperatur in fester Form vor. Es ist sehr gering wasserlöslich und hydrolytisch stabil, das heißt, es kommt wie bei anderen PAK zu keinem abiotischen Abbau durch Hydrolyse. B(a)P besitzt zudem eine geringe Flüchtigkeit sowie eine hohe Tendenz an Partikel und organisches Material zu adsorbieren. Die Bioverfügbarkeit von B(a)P ist daher gering (ECHA, 2016).

Freies B(a)P wird in der Atmosphäre in einem Zeitraum von 15 Minuten bis hin zu 2,5 Tagen durch direkte Photolyse abiotisch abgebaut. Da B(a)P jedoch stark dazu neigt an Partikel zu adsorbieren, ist davon auszugehen, dass die Substanz in der Atmosphäre stabiler ist. Im Wasser kann es ebenfalls zu einem photolytischen Abbau kommen. Da dies jedoch nur in den obersten Zentimetern der Wassersäule passiert, wirkt sich dies nicht besonders auf die Beständigkeit von B(a)P in der aquatischen Umwelt aus. Photodegradation wird deshalb nicht als relevanter Abbauprozess in Wasser und Boden angesehen. Aufgrund der chemischen Struktur von B(a)P wird der biologische Abbau in Wasser, Sedimenten und Böden als relativ gering erachtet und erfolgt unter natürlichen Bedingungen nur sehr langsam. Studien haben gezeigt, dass die Halbwertszeit im Boden bei 120 und 270 Tagen liegt. Zusätzlich wurde in einer Feldstudie eine Halbwertszeit von mehr als 8,2 Jahren ermittelt (ECHA, 2016). B(a)P ist als sehr persistent zu bewerten.

B(a)P ist bioakkumulierend, wobei der entsprechende BCF-Wert stark von der jeweiligen Spezies bzw. der taxonomischen Gruppe abhängig ist. Die sensitivsten Organismen sind jene, die kein Cytochrom-P450-Enzymsystem haben (viele Invertebraten). In diesen Organismen konnte ein sehr hohes Bioakkumulationspotential gezeigt werden, da PAK im Allgemeinen von ihnen nicht abgebaut werden können. Fische und andere Vertebraten sind in der Lage, B(a)P zu metabolisieren, was in diesen Spezies zu geringen bis moderaten BCF-Werten in Studien führt. Im Gegensatz dazu weisen viele Invertebraten (besonders Muscheln und Krustentiere) hohe BCF-Werte auf (ECHA, 2016).

Fluoranthen besitzt vier aromatische Ringe und einen Dampfdruck von 0,0012 Pa bei 25°C und ist daher hauptsächlich mit der Gasphase assoziiert. Aus diesem Grund ist davon

auszugehen, dass Fluoranthen eher durch Oxidation abiotisch abgebaut wird als durch Photolyse. Eine Untersuchung zeigte, dass die Lebenszeit von Fluoranthen in der Atmosphäre unter Berücksichtigung der Gasphasen-Reaktion mit Hydroxyl-Radikalen (OH-Radikalen) zwischen 5,6 Stunden im Sommer und 1,2 Tagen im Winter liegt. Ist Fluoranthen an Partikel adsorbiert liegt die Lebenszeit in Abhängigkeit von der Art des Partikels zwischen 7,7 Stunden und 5,7 Tagen (ECHA, 2018).

Wie alle PAK ist Fluoranthen chemisch sehr stabil und wird in der Wasserphase hydrolytisch nicht abgebaut. In dieser erfolgt teilweise ein photolytischer Abbau in den ersten Zentimetern unter der Oberfläche. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass ein photolytischer Abbau von Fluoranthen in Wasser aber auch in Boden und Sediment zu vernachlässigen ist (ECHA, 2018; Europäische Kommission, 2011d). Die berechneten Halbwertszeiten für einen Abbau von Fluoranthen in Wasser liegen zwischen 300 und 1.000 Stunden und in Sediment von mehr als 1.250 Tagen (ECHA, 2018). In einer Laborstudie lagen die Verteilungs-Halbwertszeiten von Fluoranthen in Boden bei bis zu 184 Tagen. Im Feldversuch zeigten sich hingegen Halbwertszeiten von mehr als 7,8 Jahren in Boden, wenn Fluoranthen über Klärschlamm eingebracht wird. Grundsätzlich ist Fluoranthen im Boden nur sehr langsam abbaubar. Es zeigt sich auch, dass es in Sediment in nur sehr geringem Ausmaß abgebaut wird. Aus diesem Grund ist Fluoranthen als sehr persistent eingestuft (ECHA, 2018).

Fluoranthen hat außerdem ein sehr hohes Potential an Partikel zu adsorbieren. Der $\log K_{ow}$ liegt bei 5,2 (ECHA, 2018).

Wie andere PAK ist Fluoranthen bioakkumulierend, wobei das Potential dazu zwischen den Organismen in Abhängigkeit der Metabolisierungsfähigkeit variiert. Für Fluoranthen liegen die BCF mit 2.772 L/kg in Fischen und mit 4.120-5.920 L/kg in Weichtieren sehr hoch. Fluoranthen ist damit sehr bioakkumulierend und auch entsprechend eingestuft (ECHA, 2018).

5.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag

5.3.1 Produktion und Verwendung

PAK werden nicht bewusst hergestellt und erfüllen keine spezifische Funktion in Produkten. Sie kommen natürlich in organischem Material wie Kohle, Öl und Holz vor und

werden durch unvollständige Verbrennung freigesetzt. Je niedriger die Temperaturen dabei sind und je weniger Sauerstoff zur Verfügung steht, desto mehr PAK entstehen. Durch Veredelungsverfahren von Kohle und Öl kommen PAK auch in Produkten wie Koks, Teer, Benzin, Wachsen oder Ölen vor. Auch durch die unvollständige Verbrennung von Treibstoffen in Kraftfahrzeugen, von Holz bei Waldbränden und von Brennstoffen in Heizsystemen werden PAK freigesetzt (Environment Agency, 2019; UBA, 2016a).

Eine wesentliche industrielle Quelle für PAK ist Hochtemperatur-Steinkohleteer (coal tar pitch, high-temperature, CTPHT, CAS-Nr. 266-028-2). CTPHT, der bei der Destillation von Hochtemperatur-Steinkohle unter Vakuum entsteht, ist eine sehr komplexe Mischung aus verschiedenen PAK und anderen chemischen Verbindungen, die sehr in ihrer Zusammensetzung variieren kann. Untersuchungen zeigten einen Gehalt von ca. 1-2% B(a)P bzw. Fluoranthen (ECHA, 2009). In der EU wird CTPHT in großen Mengen hergestellt und importiert. In erster Linie erfolgt die Verwendung als Bindemittel in der Produktion von Carbon-Elektroden und Anoden beispielsweise in der Aluminiumindustrie. Des Weiteren wird er als Bindemittel für bestimmte feuerfeste Materialien, Aktivkohle, Brikettierung von Kohle, Straßenbau und Dächern eingesetzt. Ein kleiner Teil wird auch in speziellem Korrosionsschutz verwendet (Europäische Kommission, 2011d).

PAK können auch in Rohmaterialien enthalten sein, die in der Kunststoff- und Gummiherstellung verwendet werden, wie beispielsweise Weichmacherölen oder Industrieruß (Verstärkungsadditiv). Weichmacheröle, wie etwa das Teeröl, entstehen als Neben- oder Abfallprodukte in der Kohle- und Erdölverarbeitung. Industrieruß wird oft verwendet, um Kunststoffe schwarz einzufärben. Damit können sie auch in Konsumprodukten wie Spielzeug, Schuhen, Fahrradgriffen, etc. vorhanden sein. Bis zum Jahr 2009 wurden PAK-haltige Weichmacheröle auch in Autoreifen eingesetzt. Für Kunstrasenplätze und Spielplätze wird oft recyceltes Gummigranulat aus Altreifen verwendet. Granulat aus Reifen die vor 2010 hergestellt wurden, können PAK enthalten. Kohleteerpech, das besonders viele PAK enthält, wird in vielen Farben und Beschichtungen, vor allem in Korrosionsschutzanstrichen für Stahlkonstruktionen in der Industrie, verwendet. Dessen Gebrauch geht jedoch zurück, da Kohleteerpech in Anstrichen für Schiffe und Hafenanlagen in Europa verboten ist. In Holzschutzmitteln werden PAK (Kreosot) verwendet, da diese giftig auf Pilze und Holzschädlinge wirken und das Austrocknen von Holz verhindern. In Straßenbaustoffen und Dachabdeckungen werden Bitumen oder Teer als Bindemittel benutzt. Mittlerweile wird in den meisten europäischen Ländern jedoch Bitumen anstatt Teer eingesetzt, da dieser wesentlich weniger PAK enthält. In alten oder nachgebesserten Straßenbelägen kann Teer jedoch

noch vorkommen. Kohlebriketts, die in der Industrie und in Wohngebäuden teilweise noch eingesetzt werden bestehen aus PAK-haltigen Kohlearten. Als Bindemittel wird zusätzlich meist noch Teer, Pech oder Bitumen eingesetzt (Environment Agency, 2019; UBA 2016a).

5.3.2 Eintrag in die Umwelt

PAK wie B(a)P und Fluoranthen gelangen als Nebenprodukte sowohl durch natürliche als auch anthropogene Prozesse in die Umwelt. Natürliche Quellen umfassen z.B. Wald- und Steppenbrände oder Vulkanaktivität. Hauptsächlich gelangen PAK jedoch durch anthropogene Aktivitäten, vor allem durch unterschiedliche industrielle Prozesse (Mineralölverarbeitung, Kohlechemie, Metallverarbeitung, Energieerzeugung) in die Umwelt. Durch die entstehenden Abgase und Aschen werden PAK in die Atmosphäre emittiert und in der Luft verteilt. Durch Nass- und Trockendeposition gelangen sie anschließend wieder auf den Boden. Dort reichern sie sich an und es kommt zu verschiedenen Teilungs-, Abbau- und Transportprozessen. In Gewässer gelangen PAK durch atmosphärische Deposition aus der Luft oder über Erosion und Oberflächenabfluss. Generell sind in urbanen Gebieten größere PAK- Konzentrationen zu erwarten als in ländlichen Gegenden, da sich dort die meisten PAK-Quellen befinden (Environment Agency, 2019).

Die Atmosphäre spielt bei der Verbreitung von PAK die wichtigste Rolle, da atmosphärische Emissionen bedeutend größer sind als die direkte Freisetzung in Wasser. Für atmosphärische Emissionen gibt es unterschiedliche Quellen. In einer britischen Studie wurden Haushaltsfeuerungsanlagen als die Hauptquelle identifiziert. Die Studie aus dem Jahr 2016 zeigte, dass diese für fünf verschiedene PAK ca. 84% der gesamten Belastung der Atmosphäre im Vereinigten Königreich ausmachte (Environment Agency, 2019). Auch in Österreich ist nach aktuellem Kenntnisstand die Holzverbrennung in Hausheizungen die Hauptquelle für z.B. erhöhte B(a)P-Belastungen (Umweltbundesamt, 2017).

5.4 Umweltqualitätsnormen

Tabelle 14 stellt die UQN für B(a)P und Fluoranthen gemäß Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) dar. Die Biota-UQN wurde über den Schutz des Menschen beim Verzehr von Fischprodukten abgeleitet und ist strenger als das Qualitätskriterium für den Schutz von Prädatoren. Neben den UQN

enthält Tabelle 14 die Bewertungskriterien für Sedimente, für Prädatoren (Anreicherung über die Nahrungskette) sowie für den Schutz des Menschen durch Trinkwasserkonsum.

Die QZV Chemie OG listet unter der Gruppe der PAK insgesamt fünf Verbindungen: B(a)P, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren. Da B(a)P eine der kanzerogensten Verbindungen ist, wird sie als Leitsubstanz herangezogen (siehe Kapitel 1). Bei den PAK bezieht sich die Biota-UQN und die entsprechende JD-UQN in Wasser auf die Konzentration von B(a)P, das als Referenz für die Stoffgruppe herangezogen wird und auf dessen Toxizität diese beruhen.

Tabelle 14: Umweltqualitätsnormen für B(a)P und Fluoranthen und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration)

Umweltqualitätsnorm	Benz[a]pyren	Fluoranthen
JD-UQN (berechnet aus Biota-UQN)	0,00017 µg/L	0,0063 µg/L
ZHK-UQN	0,27 µg/L	0,12 µg/L
Biota-UQN (Krebstiere- und Weichtiere)	5 µg/kg Feuchtgewicht	30 µg/kg Feuchtgewicht
Sediment (Süß- und Salzwasser)	35,2 µg/kg Feuchtgewicht 91,5 µg/kg Trockengewicht	2.000 µg/kg Trockengewicht
Tierische Top-Prädatoren der aquatischen Nahrungskette	-	11 522 µg/kg (Biota) 2,4 µg/L (Süßwasser)
Menschliche Gesundheit durch Trinkwasser	0,01 µg/L	1,8 µg/L (berechneter Standard, aber kein Grenzwert in der Trinkwasserrichtlinie)

Benzo(a)pyren und Fluoranthen sind entsprechend den Vorgaben der RL 2013/39/EU bzw. GZÜV, Anlage 2, vor allem aus Gründen der besseren Bestimmbarkeit, vorrangig in Biota zu untersuchen. Bei einem Risiko der Überschreitung der ZHK-UQN, ist die Matrix Wasser zu überprüfen.

Die Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW, BGBl. II Nr. 98/2010 idgF) legt für die im Summenparameter Summe PAK zusammengefassten PAK-Verbindungen B(a)P, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen,

Fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren einen Schwellenwert von 0,090 µg/L Summe PAK fest.

5.5 Umweltkonzentrationen in Österreich

B(a)P und Fluoranthen werden in Österreich aufgrund von rechtlichen Verpflichtungen und im Zuge von Forschungsprojekten in der Umwelt beobachtet. Tabelle 15 gibt einen Überblick über die Konzentrationen, die in den letzten zehn Jahren in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich gemessen wurden.

Tabelle 15: Konzentrationen von B(a)P und Fluoranthen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar; TM: Trockenmasse)

Matrix	Benzo(a)pyren	Fluoranthen
Deposition	<BG (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ¹ n.n.-0,012 µg/L (n = 15, n>BG = 3, BG = 0,001) ²	<BG (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ¹ n.n.-0,007 µg/L (n = 15, n>BG = 6, BG = 0,001) ²
Fließgewässer	n.n. (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ³ –vor Abwassereinleitung n.n. (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ³ –nach Abwassereinleitung n.n.-0,0446 µg/L (n = 917, n>BG = 91) ^{4, *} n.n. (n = 18, n>BG = 0, BG = 0,001 µg/L) ² –filtriert, Hochwasser	n.n. (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ³ –vor Abwassereinleitung n.n. (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ³ –nach Abwassereinleitung n.n.-0,052 µg/L (n = 917, n>BG = 12) ^{4, *} n.n.-0,002 (n = 18, n>BG = 8, BG = 0,001 µg/L) ² –filtriert, Hochwasser n.n.-0,003 (n = 18, n>BG = 6, BG = 0,001 µg/L) ² –filtriert, Niederwasser
Schwebstoffe	n.n.-100 µg/kg (n =17, n>BG = 14, BG = 4,8) ² – bei Hochwasser <BG-110 µg/kg (n =8, n>BG = 7, BG = 4,8) ² – bei Niederwasser	n.n.-200 µg/kg (n = 17, n>BG = 15, BG = 4,3) ² – bei Hochwasser 6,7-190 µg/kg (n = 8, n>BG = 8, BG = 4,3) ² – bei Niederwasser
Grundwasser	n.n.-0,0074 µg/L (n =126, n>BG = 5, BG = 0,001) ⁵	n.n.-0,017 µg/L (n = 126, n>BG = 10, BG = 0,001) ⁵ n.n.-0,0017 µg/L (n = 74, n>BG = 8) ^{4, **}
Abwasser	n.n.-<BG (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ³ – Kläranlagenzulauf n.n. (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ³ – Kläranlagenablauf n.n. (n =20, n>BG = 0, BG = 0,001 µg/L) ^{2, **} – industrieller Direkteinleiter n.n.-<BG (n =6, n>BG = 0, BG = 0,02 µg/L) ⁶ – kommunal, Zulauf bei Trockenwetter n.n.-<BG (n = 31, n>BG = 0, BG = 0,001 µg/L) ⁷ - Wochenmischproben	0,014-0,016 µg/L (n = 3, n>BG = 3, BG = 0,005) ³ – Kläranlagenzulauf <BG (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,005 µg/L) ³ – Kläranlagenablauf n.n.-0,0036 µg/L (n =20, n>BG = 6, BG = 0,001) ^{2, **} – industrieller Direkteinleiter n.n.-0,055 µg/L (n =6, n>BG = 1, BG = 0,033) ⁶ – kommunal, Zulauf bei Trockenwetter
Boden	<BG-89 µg/kg (n = 12, n>BG = 8, BG = 4,8) ² – Acker 7,5-66 µg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 4,8) ² – Grünland <BG-34 µg/kg (n = 6, n>BG = 5, BG = 4,8) ² – Wald	62-210 µg/kg (n = 12, n>BG = 12, BG = 4,3) ² – Acker 20-110 µg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 4,3) ² – Grünland 10-95 µg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 4,3) ² – Wald

Matrix	Benzo(a)pyren	Fluoranthen
	n.n.-56 µg/kg TM (n = 6) ⁸ – Grünland, Tiefenstufe 0-5 cm 0,7-40 µg/kg TM (n = 6, n>BG = 6) ⁸ – Grünland, Tiefenstufe 5-10 cm	n.n.-92 µg/kg TM (n = 6) ⁷ – Grünland, Tiefenstufe 0-5 cm 1,9-61 µg/kg TM (n = 6, n>BG = 6) ⁸ – Grünland, Tiefenstufe 5-10 cm
Deponiesickerwasser	n.n.-0,08 µg/L (n = 9; n>BG = 2, BG = 0,0053) ⁹	n.n.-0,25 µg/L (n = 9, n>BG = 7, BG = 0,0064) ⁹
Mischwasser	-	n.n.-<BG (n = 7, n>BG = 0, BG = 0,033 µg/L) ⁶

* n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt.); Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.

** Proben unterschiedlicher Herkunft (Energiewirtschaft, Nahrungsmittel, Oberflächenbehandlung, Papier- und Zellstoff, Petrochemische Industrie, Stahlproduktion).

Quellen: 1...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2016). 2...BMNT (2019a). 3...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2017). 4...H2O Datenbank (Erhebung der Wassergüte in Österreich gemäß GZÜV). 5...BMNT (2018). 6...BMLFUW (2014b). 7...BMLFUW (2017a). 8...Umweltbundesamt (2010). 9...BMLFUW (2016).

5.6 Risikobewertung

5.6.1 Oberflächengewässer

Die Ergebnisse der Risikobewertung sind in Tabelle 16 zusammengefasst. Sie basiert auf der Auswirkungsanalyse von Punktquellen (EMREG-OW und Modellierung STOBIMO) und diffusen Stoffeinträgen (Modellierung STOBIMO Spurenstoffe, BMNT 2019a), der Berücksichtigung von Zustandsausweisungen im 2. NGP sowie Monitoringdaten. Für die Risikoabschätzung wurden im Wesentlichen die Umweltqualitätsziele in Wasser berücksichtigt. Eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung enthält Kapitel 2.2 sowie BMLRT (2020a).

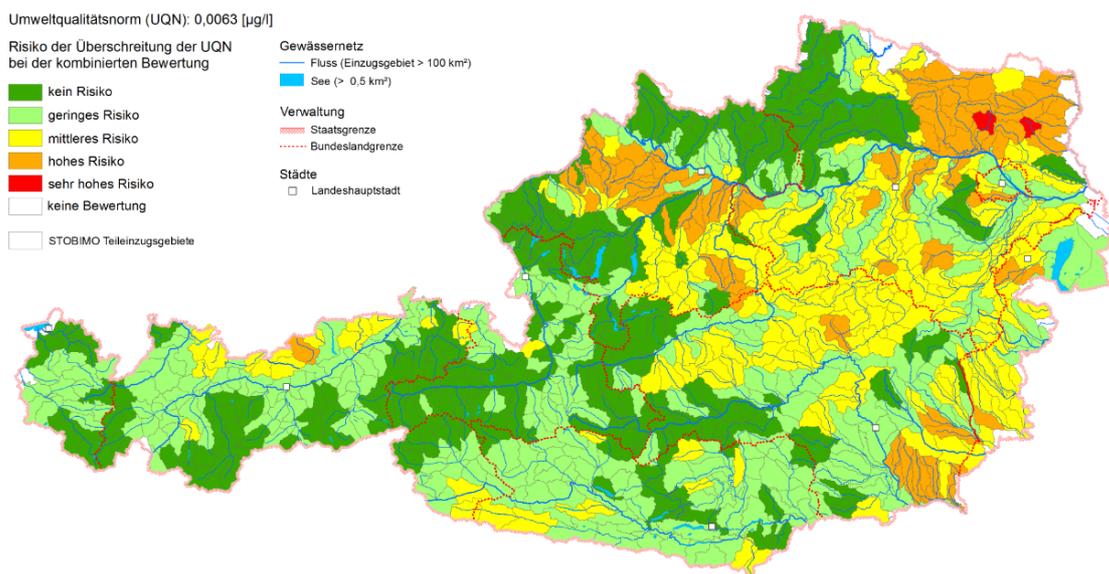
Tabelle 16: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Benzo(a)pyren und Fluoranthen

Benzo(a)pyren		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	7.989	> 99,9%
	Punktquelle	1	< 0,1%
Risiko Gesamt		7.990	> 99,9%
Fluoranthen		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	775	10%
	Punktquelle	-	-
	Punktquelle + diffus	1	< 0,1%
Risiko Gesamt		776	10%

Für die Bewertung der Punktquellen lagen im **EMREG-OW** für B(a)P keine Emissionsdaten vor, während für Fluoranthen Jahresfrachten erfasst sind, die vorrangig aus industriellen Einleitungen stammen. In den Abläufen kommunaler Kläranlagen wurden beide Stoffe als nicht relevant identifiziert (BMLFUW, 2017a). Die Bewertung erfolgte daher nur für Fluoranthen. Bei der Auswertung der Punktquellen wurde nur für einen der 540 Wasserkörper eine mögliche signifikante Beeinträchtigung durch Fluoranthen berechnet.

Bei der Auswertung der punktförmigen und der diffusen Stoffeinträge im Zuge der **Modellierung (STOBIMO Spurenstoffe)** wurde für B(a)P anhand der Modellierung für alle 754 Teileinzugsgebiete ein hohes oder sehr hohes Risiko dafür berechnet, dass die UQN nicht eingehalten wird. Für Fluoranthren wurde ein hohes oder sehr hohes Risiko der Zielverfehlung für 80 der 754 Teileinzugsgebiete (11%) berechnet (BMNT, 2019a) (siehe Abbildung 4).

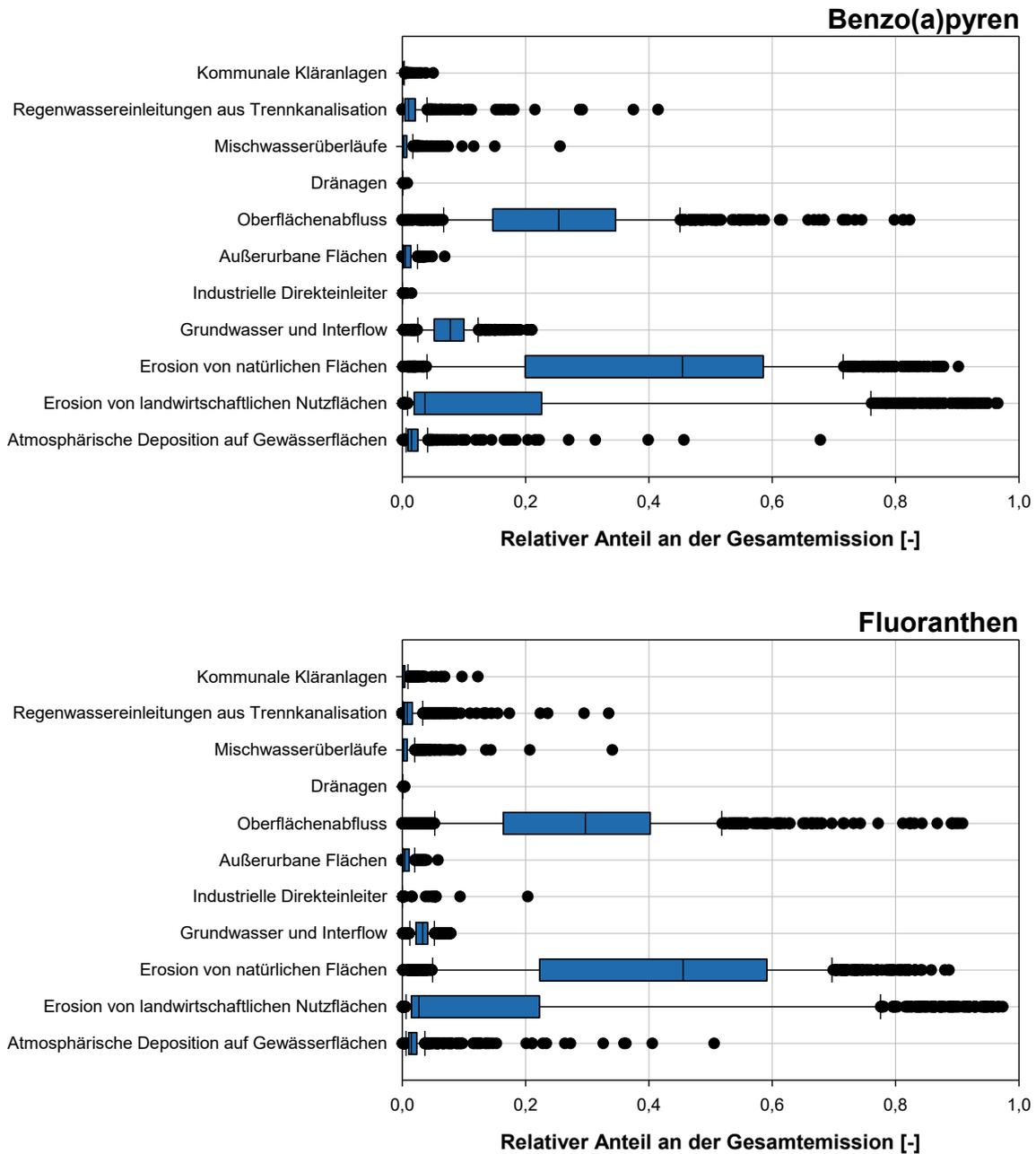
Abbildung 4: Kombinierte Risikobewertung aus STOBIMO Spurenstoffe für Fluoranthren (BMNT, 2019a)



Bei der regionalspezifischen Pfadanalyse können die relativen Frachtbeiträge der Eintragspfade am Gesamteintrag in Abhängigkeit der Charakteristika der Untersuchungsgebiete stark schwanken. Als **Haupteintragspfade** für B(a)P sind in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik erosive Einträge von landwirtschaftlich genutzten Flächen und aus Wald, der Oberflächenabfluss und in Einzugsgebieten mit Seen auch die atmosphärische Deposition auf Gewässeroberflächen zu nennen (Abbildung 5). Für 735 der 754 Analysegebiete erreichen die relativen Frachtbeiträge dieser Eintragspfade 75% oder mehr.

Auch für Fluoranthren erfolgt die Emission in die Gewässer vorwiegend über die Erosion (Abbildung 5). In 76 der 80 Einzugsgebiete mit hohem oder sehr hohem Risiko einer UQN-Überschreitung erreicht die Erosion (von landwirtschaftlichen und natürlichen Flächen) über 80% der Gesamtemission (BMNT, 2019a).

Abbildung 5: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade an der Gesamtemission in den Gesamteinzugsgebieten der Analysegebiete für B(a)P und Fluoranthen (BMNT, 2019a)



Die Umlegung der Bewertungsergebnisse für die Teileinzugsgebiete auf die darin liegenden Oberflächenwasserkörper erfolgt in Abhängigkeit vom Haupteintrag (siehe dazu Kapitel 2.2 und BMLRT, 2020a). Sowohl für B(a)P als auch für Fluoranthen erfolgt der Haupteintrag über die Erosion (> 40% der Gesamtfracht) und der Eintrag über Punktquellen liegt unter 40%. Dementsprechend werden alle OWK in Österreich (100% der OWK) mit einem (möglichen) Risiko der Zielverfehlung hinsichtlich B(a)P und 776 OWK

(10% der OWK) mit einem (möglichen) Risiko der Zielverfehlung hinsichtlich Fluoranthen bewertet (siehe Tabelle 16). Im 2. NGP (BMLFUW, 2017c) wurde für 16 Wasserkörper eine Zielverfehlung für B(a)P und keine für Fluoranthen ausgewiesen. Diese Bewertungen wurden bei der Risikoabschätzung berücksichtigt.

5.6.2 Grundwasser

Die bisherigen Auswertungen zeigten, dass vor allem diffuse Schadstoffquellen (z.B. Landwirtschaft) zu einer Belastung des Grundwassers führen können, wobei Nährstoffe und Pestizide aus der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im Vordergrund standen. B(a)P und Fluoranthen stellen keine diffuse Belastung für das Grundwasser dar. Hinsichtlich der punktuellen Schadstoffquellen wurden in Zusammenhang mit den bisher systematisch erfassten Altlasten sowie durch kommunale Kläranlagen zwar kleinräumig begrenzte Verunreinigungen festgestellt, jedoch kein Risiko beobachtet, dass der gute chemische Zustand eines Grundwasserkörpers nicht erreicht werden könnte.

5.7 Zustand

5.7.1 Oberflächengewässer

Eine Zusammenfassung der Zustandsbewertung in Abhängigkeit vom Bewertungstyp (siehe Kapitel 2.3) für B(a)P zeigt Tabelle 17 und Tabelle 18 für Fluoranthen.

Tabelle 17: Zustandsbewertung der Fließgewässer für Benzo(a)pyren in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge

Pentabromdiphenylether	Zustand (in % der Gewässerlänge)		
	gut	nicht gut	nicht bewertet
Bewertungstyp A	0,1 %	0,6 %	-
Bewertungstyp B	-	-	-
Bewertungstyp C	-	-	-
Gesamt	0,1 %	0,6%	99,3 %

Tabelle 18: Zustandsbewertung der Fließgewässer für Fluoranthen in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge

Pentabromdiphenylether	Zustand (in % der Gewässerlänge)		
	gut	nicht gut	nicht bewertet
Bewertungstyp A	0,1 %	<0, 1 %	-
Bewertungstyp B	88,5 %	-	-
Bewertungstyp C	-	-	-
Gesamt	88,6 %	<0,1 %	11,3 %

Für B(a)p werden 0,1% der Fließgewässer, basierend auf Monitoringergebnissen in Biota, mit einem guten Zustand ausgewiesen. In 0,6% der Gewässer (betrifft die OWK 300910019, 304980006, 305760056, 307030000, 408650004, 408810031, 409040013, 411080009, 411310001, 412090028, 802790081, 1000730027, 1001380003, 1001940001) wird ein nicht guter Zustand auf Basis von Monitoringdaten in Wasser ausgewiesen. Mehr als 99% der Gewässer werden nicht bewertet.

Beim Fluoranthen wird in 88,6% der Gewässer ein guter Zustand ausgewiesen. In < 0,1% der Gewässer (OWK 501940000, Thaya) wird auf Basis von Messergebnissen in Biota ein nicht guter Zustand ausgewiesen. Rund 11% der Gewässer werden nicht bewertet.

Wasserkörper mit einem Risiko aber keinen weiteren Messdaten werden nicht bewertet. Grund hierfür ist, dass für Benzo(a)pyren und Fluoranthen die verfügbaren Messwerte darauf hindeuten, dass die wasserbezogenen UQN, die aus den Biota-UQN über Gleichgewichtskoeffizienten abgeleitet wurden, im Vergleich zu den Biota-UQN überprotektiv sind. Die Bewertung mit den wasserbezogenen UQN führt bei diesen Stoffen zu schlechteren Ergebnissen als die Bewertung anhand der Biota-UQN. So liegen z.B. die wenigen verfügbaren Messwerte für Benzo(a)pyren in Biota immer deutlich unter der Biota-UQN, wohingegen die Berechnungen eine erhebliche Überschreitung der Wasser-UQN zeigen. Da in der Risikoabschätzung die wasserbezogenen UQN herangezogen wurden und eine Umlegung des Risikos nach derzeitigem Wissensstand nicht eindeutig möglich ist, wird für diese Stoffe für die Zustandsbewertung keine Gruppierung vorgenommen, d.h. die Messergebnisse wurden nicht auf andere Wasserkörper umgelegt.

Im 2. NGP erfolgte die Zustandsbewertung für B(a)P und Fluoranthen auf Basis von Messdaten der Überblicksweisen Überwachung in Wasser. Die Ergebnisse wurden für die untersuchten Wasserkörper dargestellt (Bewertungstyp A). Von 76 untersuchten Wasserkörpern wurde in 16 Wasserkörpern eine Zielverfehlung betreffend B(a)P ausgewiesen und keine für Fluoranthen (BMLFUW, 2017c).

Die flächendeckende Bewertung des chemischen Zustands für B(a)P und Fluoranthen erfolgt erstmals im Zuge der Erstellung des dritten NGP.

Von den insgesamt 62 Seen werden betreffend Benzo(a)pyren und Fluoranthen alle mit einem guten chemischen Zustand ausgewiesen.

5.7.2 Grundwasser

Die Untersuchung anthropogener Spurenstoffe im Grundwasser erfolgte im Rahmen eines Sondermessprogrammes im Jahr 2017. Die im Summenparameter der QZV Chemie GW Summe PAK zusammengefassten PAK B(a)P, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren wurden im Grundwasser nur lokal und vereinzelt nachgewiesen. Der Schwellenwert der QZV Chemie GW von 0,090 µg/L Summe PAK wurde an allen untersuchten Grundwassermessstellen deutlich unterschritten (BMNT, 2018).

5.8 Maßnahmen

5.8.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Bezüglich B(a)P (CAS-Nr. 50-32-8) gibt es unter REACH derzeit folgende Informationen:

- B(a)P wurde als SVHC mit folgenden Eigenschaften identifiziert: Krebserregend (Artikel 57a), mutagen (Artikel 57b), reproduktionstoxisch (Artikel 57c), PBT (Artikel 57d) und vPvB (Artikel 57e) (ECHA, 2016).

- Am 20.06.2016 wurde B(a)P in die Kandidatenliste der ECHA aufgenommen. Auf dieser Liste befinden sich Stoffe, die für eine Zulassung in Frage kommen.
- Für B(a)P besteht folgende Beschränkung laut Anhang XVII der REACH-Verordnung (ECHA, n.b.): Der Stoff fällt unter den Eintrag Nr. 50 und aufgrund der Einstufung als krebserzeugender Stoff der Kategorie 1B unter den Eintrag Nr. 28.
- Seit 01.01.2010 dürfen Weichmacheröle nicht für die Herstellung von Reifen oder Reifenbestandteilen in Verkehr gebracht oder verwendet werden, wenn sie mehr als 1 mg/kg (0,0001 Gew.-%) B(a)P enthalten oder der Gehalt aller aufgeführten PAK zusammen mehr als 10 mg/kg (0,001 Gew.-%) beträgt.
- Erzeugnisse dürfen nicht für die allgemeine Öffentlichkeit in Verkehr gebracht werden, wenn einer ihrer Bestandteile aus Kunststoff oder Gummi, der bei normaler oder vernünftigerweise vorhersehbarer Verwendung unmittelbar, länger oder wiederholt für kurze Zeit mit der menschlichen Haut oder der Mundhöhle in Berührung kommt, mehr als 1 mg/kg B(a)P enthält. Zu diesen Erzeugnissen zählen u.a. Sportgeräte (z.B. Fahrräder, Golfschläger, Schläger), Haushaltsgeräte, mit Rädern versehene Wagen, Laufhilfen, Werkzeuge für den Privatgebrauch, Bekleidung, Schuhe, Handschuhe, Sportkleidung, Uhrenarmbänder, Armbänder, Masken und Stirnbänder.
- Weiters ist die Inverkehrbringung von Spielzeug verboten, wenn ein Bestandteil aus Kunststoff oder Gummi, der bei normaler oder vernünftigerweise vorhersehbarer Verwendung unmittelbar, länger oder wiederholt für kurze Zeit mit der menschlichen Haut oder der Mundhöhle in Berührung kommt, mehr als 0,5 mg/kg B(a)P enthält.
- Als krebserzeugender Stoff der Kategorie 1B darf B(a)P außerdem gemäß der Beschränkung Nr. 28 als Stoff, Bestandteil anderer Stoffe oder in Gemischen, die zum Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt sind, nicht in Verkehr gebracht oder verwendet werden, wenn die Konzentration des Stoffs oder Gemischs mindestens 0,01 Gew.-% beträgt.

Für Fluoranthen und Hochtemperatursteinkohlenteere (CAS-Nr. 206-44-0) gibt es unter REACH folgende Informationen:

- Fluoranthen und Hochtemperatursteinkohlenteere wurde als besonders Besorgnis erregenden Stoff (SVHC-Stoff) mit folgenden Eigenschaften identifiziert (ECHA, 2018): PBT (Artikel 57d), vPvB (Artikel 57e)
- Fluoranthen und Hochtemperatursteinkohlenteere wurde am 15.01.2019 in die Kandidatenliste der ECHA aufgenommen. Auf dieser Liste befinden sich Stoffe, die für eine Zulassung in Frage kommen.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

B(a)P ist nach CLP-Verordnung harmonisiert eingestuft (siehe Tabelle 19). Diese harmonisierte Einstufung ist zwingend anzuwenden.

Tabelle 19: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Benz(a)pyren

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
601-032-00-3	200-028-5	50-32-8	Benzo[a]pyrene, Benzo[def]chrysene
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort
Skin Sens. 1	H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.	GHS07 
Muta. 1B	H340	Kann genetische Defekte verursachen.	GHS08 
Carc. 1B	H350	Kann Krebs erzeugen. Spezifisches Konzentrationslimit: ≥0,01%	
Aquatisch Akut 1	H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.	GHS09 
Aquatisch Chronisch 1	H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.	
Repr. 1B	H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.	Gefahr

Für Fluoranthen (CAS-Nr. 206-44-0) gibt es derzeit keine harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung nach CLP. Die Selbsteinstufung umfasst: Akute Tox. 4, Aquatisch Akut 1, Aquatisch Chronisch 1, Augenreizend 2 sowie nicht klassifiziert.

Verordnung über weitere Verbote und Beschränkungen bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Fertigwaren (Chemikalien-Verbotsverordnung 2003 – Chem-VerbotsV 2003) StF: BGBl. II Nr. 477/2003, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 179/2018

Die Herstellung, Inverkehrsetzung und Verwendung von Wurfscheiben, die einen Massenanteil an PAK von mehr als 10 mg/kg bezogen auf die Trockensubstanz enthalten, sind verboten. PAK umfassen dabei 16 verschiedene Verbindungen, darunter auch B(a)P und Fluoranthen.

Richtlinie 2004/107/EG über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (Anhang I und II)

In Artikel 8 Bericht und Überprüfung der Richtlinie 2004/107/EG wird darauf hingewiesen, dass B(a)P als Marker für die gesamte krebserregende Wirkung der PAK unter Berücksichtigung des gasförmigen Auftretens von PAK herangezogen wird. Im Anhang I finden sich die Zielwerte für B(a)P sowie in Anhang II die unteren und oberen Beurteilungsschwellen innerhalb eines Gebietes oder Ballungsraumes. Die Zielwerte wurden festgelegt, um schädliche Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu verhindern oder zu verringern, mit der Möglichkeit, die Konzentrationen in einem bestimmten Zeitraum zu erreichen. Der Zielwert laut Anhang I beträgt für B(a)P 1 ng/m³. Die obere und untere Beurteilungsschwelle innerhalb eines Gebietes oder Ballungsraumes umfassen 0,6 ng/m³ und 0,4 ng/m³.

Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG; Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz – Luft, IG-L), StF: BGBl. I Nr. 115/1997, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 73/2018)

Der Anhang I der Richtlinie listet alle Schadstoffe auf, welche die EU-Mitgliedsstaaten erfassen und berichten müssen. B(a)P ist hier in den Tabellen A und D gelistet. Der Stoff zählt zu den POP und es besteht die Verpflichtung, die Emissionen in einem nationalen Emissionsregister zu erfassen und diese jährlich zu aktualisieren. Außerdem soll für diesen Stoff ein informativer Inventarbericht erstellt werden, der die Emissionsinventare und Emissionsprognosen begleitet. Die Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht erfolgt mittels des IG-L (BGBl. I Nr. 73/2018).

Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe (POP)

PAK sind im Anhang III (Teil B) der POP-Verordnung gelistet. Dieser enthält Stoffe, die Bestimmungen zur Verringerung der Freisetzung unterliegen. Die Gruppe der PAK umfasst auch B(a)P. Es müssen Verzeichnisse für die Freisetzung in Luft, Gewässer und Boden erstellt und weitergeführt werden. Das Ziel ist die Minimierung der Freisetzung in die Umwelt, soweit durchführbar.

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Für B(a)P und Fluoranthen wurden in keiner BVT-Schlussfolgerung BAT-AEL für Emissionen ins Wasser festgelegt.

Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL), Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und Richtlinie 2013/39/EU zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik

In Anhang X (Liste der prioritären Stoffe im Bereich der Wasserpolitik) der WRRL ist B(a)P als prioritär gefährlicher Stoff und Fluoranthen als prioritärer Stoffe angeführt. Somit sind die Emissionen, Einleitungen und Verluste von B(a)P schrittweise einzustellen und für Fluoranthen schrittweise zu verringern.

Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (BGBl. II Nr. 98/2010 idgF)

Für die Summe der PAK, zu der u.a. auch B(a)P und Fluoranthen zählen, ist ein Schwellenwert von 0,090 µg/L sowie ein Ausgangspunkt für die Trendumkehr von 0,075 µg/L festgesetzt.

Emissionsregisterverordnung 2017 (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017 idgF)

B(a)P und Fluoranthen werden in ausgewählten Abwasserherkunftsbereichen alle sechs Jahre über Messungen erfasst. Die Frequenz ist höher, wenn die Stoffe in den spezifischen Bescheiden geregelt sind.

Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996 idgF) und branchenspezifische Abwasseremissionsverordnungen

Für die Summe der PAK (Benzo(a)pyren, Fluoranthen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren) sieht derzeit die AEV Kohleverarbeitung (BGBl. II Nr. 346/1997 idgF) einen Grenzwert von 0,05 mg/L (berechnet als Kohlenstoff) vor. Zusätzlich ist laut AEV eine Emissionsbegrenzung für die produktionsspezifische Fracht von 0,0183 g/t vorgeschrieben.

Richtlinie 98/83/EG über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch; Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (BGBl. II Nr. 304/2001, Trinkwasserverordnung – TWV)

Die Trinkwasserrichtlinie setzt in Anhang I einen Parameterwert für B(a)P von 0,01 µg/L fest. Für Fluoranthen ist kein Parameterwert definiert. Die Umsetzung der Richtlinie auf nationaler Ebene erfolgt mittels der Trinkwasserverordnung (BGBl. II Nr. 304/2001 idgF).

Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 über kosmetische Mittel

B(a)P ist im Anhang II gelistet und darf in keinem kosmetischen Mittel enthalten sein.

Verordnung, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes 1994 erlassen werden (Düngemittelverordnung 2004)

Das Düngemittelrecht ist durch das Düngemittelgesetz 1994 und die Düngemittelverordnung 2004 (BGBl. II Nr. 100/2004) festgesetzt. Es umfasst das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Kultursubstraten, Bodenhilfsstoffen und Pflanzenhilfsmitteln. Für Düngemittel ist für 16 PAK ein Grenzwert von 6 mg/kg Trockenmasse festgesetzt.

Verordnung über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung, BGBl. II Nr. 292/2001 idgF)

Die Kompostverordnung regelt die Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen, die Art bzw. Herkunft der Ausgangsmaterialien, die Kennzeichnung und das Inverkehrbringen sowie das Ende der Abfalleigenschaft von Komposten aus Abfällen. Für PAK (16 EPA-PAK)

ist als allgemeine Qualitätsanforderung an den Kompost (Endprodukt) gemäß Anlage 2, Teil 1, Tabelle 1a ein Grenzwert von 1 mg/kg Trockenmasse festgesetzt. Für den Aufbereiter besteht weiter die Pflicht, dass die PAK-Gehalte bei 50% dieses Grenzwertes einzuhalten sind. Bei der Übernahme des aufbereiteten Materials durch den Komposthersteller muss bei einer Überschreitung von 75% des genannten Grenzwertes das Bundesministerium darüber informiert werden.

Laut Teil 4 (Zuschlagstoffe) der Kompostverordnung ist zudem für natürlichen Fangschlamm und -erde ohne Zumischungen und Verunreinigungen sowie für Bodenaushubmaterialien und -aufschlammungen (natürlich gewachsener, nicht verunreinigter Boden, Waschschlämme von Hackfrüchten, natürlicher Moorschlamm und Heilerde ohne Zumischungen) als Zuschlagstoffe für die Kompostherstellung für die 16 EPA-PAK ein Grenzwert von jeweils 2 mg/kg Trockenmasse einzuhalten.

Verordnung über die Qualität von Kraftstoffen und die nachhaltige Verwendung von Biokraftstoffen (Kraftstoffverordnung 2012, BGBl. II Nr. 398/2012 idgF)

Die Kraftstoffverordnung legt technische Spezifikationen für Kraftfahrzeug-Kraftstoffe sowie Substitutionsregelungen und Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe fest, die auf Gesundheits- und Umweltaspekten beruhen. In Anhang III der Verordnung ist für PAK als umweltbezogene Spezifikation für handelsüblichen Diesel zur Verwendung in Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor ein Grenzwert von 8% m/m festgesetzt. Dieser Grenzwert gilt auch für Dieselmotormischungen mit hohem Fettsäuremethylester-Anteil. Für paraffinische Dieselmotormischungen liegen die Grenzwerte für Klasse A und für Klasse B bei jeweils 1,1% m/m bezogen auf den Gesamtaromatengehalt, der auch die PAK beinhaltet.

Verordnung über die Beschränkung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Wurfscheiben (Wurfscheibenverordnung – WurfscheibenV)

Über die Beschränkung von PAK in Sportgeräten nach REACH-Verordnung hinausgehend gilt auf nationaler Ebene die Wurfscheibenverordnung. Mit dieser ist der Gehalt an PAK in Wurfscheiben (auch Tontauben, Wurftauben) national in Österreich beschränkt. Damit ist die Herstellung und die Inverkehrsetzung von Wurfscheiben mit einem PAK-Gehalt von mehr als 10 mg/kg bezogen auf die Trockensubstanz seit 01.09.2003 verboten. Des Weiteren besteht das Verbot der Verwendung von Wurfscheiben mit einem PAK-Gehalt von mehr als von mehr als 10 mg/kg bezogen auf die Trockensubstanz seit 01.03.2004.

Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung über die Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Böden (Steiermärkische Klärschlammverordnung 2007)

In der Steiermärkischen Klärschlammverordnung ist für Klärschlamm, der auf landwirtschaftliche Böden abgegeben werden soll und aus Anlagen von mehr als 30.000 Einwohnergleichwerten stammt, die Untersuchung auf die 16 EPA-PAK vorgeschrieben.

Verordnung (EU) Nr. 835/2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 im Hinblick auf Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln

In der Kontaminanten-Verordnung 2006 wurde B(a)P als Marker für Vorkommen und Wirkung karzinogener PAK in Lebensmitteln verwendet. Es wurde aber festgehalten, dass weitere Untersuchungen über die relativen Anteile dieser PAK in Lebensmitteln nötig seien, um festzustellen, ob B(a)P als Marker weiterhin geeignet ist. Die EFSA erstellte nachfolgend 2008 ein Gutachten dazu, in welchem sie zum Schluss kam, dass B(a)P kein geeigneter Marker in Lebensmittel ist und dass sich ein System mit vier PAK oder acht PAK am besten als Indikator für PAK in Lebensmitteln eignen würde, wobei das System mit den vier PAK ausreichend wäre. Mit der Änderung der Kontaminanten-Verordnung durch Verordnung (EU) Nr. 835/2011 wurden nun in bestimmten Erzeugnisse Höchstgehalte für die Summe der vier PAK festgesetzt. Der separate Höchstgehalt für B(a)P wird beibehalten, um die Vergleichbarkeit mit früheren und zukünftigen Daten sicherzustellen. Es soll aber auch hier nach einiger Zeit beim Vorliegen neuer Daten erneut überprüft werden, ob dieser separater Höchstgehalt beibehalten werden sollte.

Tabelle 20: Höchstgehalte von Benzo(a)pyren und anderen PAK in Erzeugnissen gemäß Kontaminanten-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1881/2006)

Erzeugnis	Höchstgehalt Benz(a)pyren (µg/kg Frischgewicht, wenn nicht anders angegeben)	Höchstgehalt Summe von Benz(a)pyren, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthen und Chrysen ¹ (µg/kg Frischgewicht, wenn nicht anders angegeben)
6.1.1 Zum unmittelbaren menschlichen Verzehr oder zur Verwendung als Lebensmittelzutat	2	10

Erzeugnis	Höchstgehalt Benz(a)pyren (µg/kg Frischgewicht, wenn nicht anders angegeben)	Höchstgehalt Summe von Benz(a)pyren, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthen und Chrysen¹ (µg/kg Frischgewicht, wenn nicht anders angegeben)
bestimmte Öle und Fette (ausgenommen Kakaobutter und Kokosnussöl)		
6.1.2 Kakaobohnen und Folgeerzeugnisse	5 µg/kg Fett	30 µg/kg Fett
6.1.3 Für den unmittelbaren menschlichen Verzehr oder zur Verwendung als Lebensmittelzutat bestimmtes Kokosnussöl	2	20
6.1.4 Geräuchertes Fleisch und geräucherte Fleischerzeugnisse	2	12
6.1.5 Muskelfleisch von geräucherten Fischen und geräucherten Fischereierzeugnissen ^{2,3} , außer unter 6.1.6 und 6.1.7 angeführte Fischereierzeugnisse; geräucherte Krebstiere: Höchstgehalt gilt für Muskelfleisch der Extremitäten und des Hinterleibes; geräucherte Krabben und krabbenartige Krebstiere (Brachyura und Anomura): Höchstwert gilt für das Muskelfleisch der Extremitäten	2	12
6.1.6 Geräucherte Sprotten und geräucherte Sprotten in Konservendosen ^{2,4} (<i>Sprattus sprattus</i>); Muscheln (frisch, gekühlt oder gefroren) ³ ; wärmebehandeltes Fleisch und wärmebehandelte Fleischerzeugnisse ⁵ , die an den Endverbraucher verkauft werden	5	30
6.1.7 Muscheln ⁶ (geräuchert)	6	35
6.1.8 Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder ^{7,8}	1	1
6.1.9 Säuglingsanfangsnahrung und Folgenahrung, auch Säuglingsmilchnahrung und Folgemilch ^{8,9}	1	1
6.1.10 Diätetische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke ^{8,10} die eigens für Säuglinge bestimmt sind	1	1

¹ Konzentrationsuntergrenzen werden unter der Annahme berechnet, dass sämtliche Werte für die vier Stoffe, die unter der Bestimmungsgrenze liegen, null sind.

² Sofern der gesamte Fisch zum Verzehr bestimmt ist, gilt der Höchstgehalt für den gesamten Fisch.

- ³ Erzeugnisse im Sinne der Kategorien c und f des Verzeichnisses in Artikel 1 der Verordnung (EG) Nr. 104/2000 (Spezies wie im entsprechenden Eintrag aufgeführt). Für getrocknete, verdünnte, verarbeitete und/oder zusammengesetzte Erzeugnisse gilt Artikel 2 Absätze 1 und 2.
- ⁴ Bei Produkten in Konservendosen wird die Analyse für den gesamten Konserveninhalt durchgeführt. Im Hinblick auf den Höchstgehalt gilt für das Gesamtprodukt Artikel 2 Absatz 1 Buchstabe c und Absatz 2.“
- ⁵ Fleisch und Fleischerzeugnisse, die einer Wärmebehandlung unterzogen wurden, die zur Bildung von PAK führen kann, d. h. lediglich Grillen.
- ⁶ Erzeugnisse im Sinne der Kategorien b, c und f des Verzeichnisses in Artikel 1 der Verordnung (EG) Nr. 104/2000.
- ⁷ In dieser Kategorie aufgeführte Erzeugnisse gemäß der Definition in der Richtlinie 96/5/EG der Kommission vom 16. Februar 1996 über Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder (ABl. L 49 vom 28.2.1996, S. 17), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/13/EG (ABl. L 41 vom 14.2.2003, S. 33).
- ⁸ Der Höchstgehalt bezieht sich auf das im Handel erhältliche Erzeugnis.
- ⁹ Erzeugnisse gemäß der Richtlinie 91/321/EWG der Kommission vom 14. Mai 1991 über Säuglingsanfangsnahrung und Folgenahrung (ABl. L 175 vom 4.7.1991, S. 35), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/14/EG (ABl. L 41 vom 14.2.2003, S. 37).
- ¹⁰ In dieser Kategorie aufgeführte Erzeugnisse gemäß der Definition in der Richtlinie 1999/21/EG der Kommission vom 25. März 1999 über diätetische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke (ABl. L 91 vom 7.4.1999, S. 29).

Weitere gesetzliche Regelungen auf EU-Ebene zu Benz(a)pyren in Lebensmitteln, Nahrungsergänzungsmitteln, Lebensmittelzusatzstoffen

- Verordnung (EG) 2065/2003 über Raucharomen zur tatsächlichen oder beabsichtigten Verwendung in oder auf Lebensmitteln
- Verordnung (EU) Nr. 1327/2014 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1881/2006 in Bezug auf die Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Fleisch, Fleischerzeugnissen, Fisch und Fischerzeugnissen, die traditionell geräuchert werden
- Verordnung (EU) 2015/1933 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Kakaofasern, Bananenchips, Nahrungsergänzungsmitteln, getrockneten Kräutern und getrockneten Gewürzen
- Verordnung (EU) Nr. 2015/1125 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Katsuobuchi (getrockneter Echter Boninto) und in bestimmtem geräuchertem Ostseehering
- Durchführungsverordnung (EU) 2018/1023 zur Berichtigung der Durchführungsverordnung (EU) 2017/2470 zur Erstellung der Unionsliste der neuartigen Lebensmittel

- Verordnung (EU) Nr. 231/2012 mit Spezifikationen für Lebensmittelzusatzstoffe

Gesetzliche Regelungen zum Schutz von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern, Jungen und Schwangeren:

- Richtlinie 98/24 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit,
- Richtlinie 2004/37/EG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdungen durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit, Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes von schwangeren Arbeitnehmerinnen, Wöchnerinnen und stillenden Arbeitnehmerinnen am Arbeitsplatz (92/85),
- Jugendarbeitsschutz (94/33/EG),
- Mindestvorschriften für die Sicherheits- und /oder Gesundheitskennzeichnung am Arbeitsplatz (Richtlinie 92/58/EG).

ÖPUL – österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft:

Der Haupteintrag von B(a)P und Fluoranthen erfolgt über die Erosion. Flächendeckende Maßnahmen zur Erhaltung von Dauergrünland und Strukturelementen (Verpflichtung zur Erhaltung von Dauergrünland, Anlage von Biodiversitätsflächen und Erhaltung von Landschaftselementen, Anlage und Pflege von ökologisch wertvollen Flächen), Erosionsschutzmaßnahmen (Begrünung von Ackerflächen im Sommer und Winter, Erosionsschutzmaßnahmen Obst, Wein und Hopfen, bodennahe Gülleausbringung, Mulch- und Direktsaat) sowie die Anlage von dauerhaften Begrünungsmischungen auf besonders auswaschungsgefährdete Ackerflächen bzw. Uferrandstreifen stellen bestehende Maßnahmen dar, die den diffusen Stoffeintrag verringern.

5.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen

Die Szenarienanalyse im Rahmen des Projektes STOBIMO Spurenstoffe (BMNT, 2019a) hat ergeben, dass für B(a)P und Fluoranthen aufgrund der identifizierten Eintragspfade Maßnahmen zur Verringerung der atmosphärischen Deposition und zur Erosionsminderung am wirkungsvollsten sind, um den Eintrag ins Gewässer zu reduzieren. Für B(a)P erzielen erosionsmindernde Maßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen in jenen Gebieten, in denen dieser Eintragspfad den Haupteintragspfad darstellt, die stärkste

Wirkung und erreichen eine deutliche Konzentrationsabnahme im Gewässer (rund 50%). In Gebieten, in denen der Oberflächenabfluss den Haupteintragspfad darstellt, führt die Verringerung des atmosphärischen Eintrags zu einer Reduktion der B(a)P-Gewässerkonzentration um rund 20%.

6 Ethylendiamintetraessigsäure

6.1 Übersicht

Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) ist einer der am häufigsten verwendeten Komplexbildner in den Bereichen Chemie, Medizin, Umweltwissenschaften sowie in der Industrie. Im Allgemeinen werden Komplexbildner in einer Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen eingesetzt und auch in Oberflächengewässern regelmäßig nachgewiesen. EDTA wird häufig als eine Indikatorsubstanz für die Gruppe der Komplexbildner herangezogen und in den Gewässern untersucht (IKSR, 2012).

Die Herstellung von EDTA erfolgt seit den frühen 1930er-Jahren (ECB, 2004) und wird heute in der EU in Mengen zwischen 1.000 und 10.000 Tonnen pro Jahr hergestellt bzw. importiert (ECHA, 2020c). Durch die starke Komplexbildung mit Metallen wird EDTA in unterschiedlichen Industriebereichen, wie z.B. der Papier- und Zellstoffindustrie, im Agrarbereich sowie in der Kosmetikindustrie, der Elektro-, Textil- und Lebensmittelindustrie eingesetzt. Zusätzlich findet sich die Verbindung in Wasch- und Reinigungsmitteln sowie auch im Haushaltsgebrauch (ECHA, 2020c; Öko-Institut e.V./Öko-Recherche GmbH, 2012). Sowohl während der Produktion als auch bei Verwendung kann EDTA in die Umwelt gelangen. Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit sowie dem schlechten Adsorptionsverhalten gelangt EDTA in aquatische Ökosysteme (ECB, 2004).

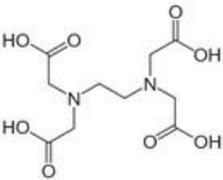
EDTA ist ein national relevanter Schadstoff.

6.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten

Die Stoffeigenschaften von EDTA sind in Tabelle 21 zusammengestellt.

Tabelle 21: Stoffeigenschaften von EDTA (Quellen: ECB, 2004; ECHA, 2020c)

Name	Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)
CAS Nummer	60-00-4 (EDTA) 64-02-8 (Na ₄ EDTA)

Name	Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)
EG Nummer	200-449-4 (EDTA) 200-573-9 (Na ₄ EDTA)
Summenformel	C ₁₀ H ₁₆ N ₂ O ₈ (EDTA) C ₁₀ H ₁₂ N ₂ Na ₄ O ₈ (Na ₄ EDTA)
Strukturformel EDTA	
Molekulargewicht in g/mol	292,3 (EDTA) 380,2 (Na ₄ EDTA)
Wasserlöslichkeit in mg/L	400 bei 20 °C (EDTA) 500.000 bei 20°C (Na ₄ EDTA)
Schmelzpunkt	nicht anwendbar (Zersetzung bei über 150 °C)
Siedepunkt	nicht anwendbar (Zersetzung bei über 150 °C)
Fettlöslichkeit als log K_{ow}	-3.86 bei 25 °C - 5.01 (geschätzt)
Sorptionsverhalten als K_{oc}	nicht verfügbar (aufgrund der ionischen Struktur unter umweltrelevanten pH-Bedingungen, wird keine Adsorption an die organische Fraktion im Boden oder Sedimenten erwartet)
Bioakkumulation in aquatischen Organismen als BCF in L/kg	1,1-1,8
Toxizität als NOEC in Frischwasser in mg/L	25,7 (Fisch, 35d) 25 (wirbellose Wassertiere, 21d) 0,39 - 100 (Algen und Cyanobakterien, 72h)
Flüchtigkeit als Dampfdruck in Pa (25°C)	nicht ermittelt, da der Dampfdruck für partiell ionische Substanzen sehr gering ist
Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit als Henry-Konstante in Pa.m³/mol (25°C)	1,1-20 (fiktiv) Da kein Wert für den Dampfdruck existiert, kann die Henry-Konstante nicht mittels Dampfdruck und Wasserlöslichkeit berechnet werden

EDTA ist ein organischer Komplexbildner und damit ein guter Chelator vieler Metalle (ECB, 2004). Bei Komplexbildnern handelt es sich im Allgemeinen um Industriechemikalien, die in einer Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen ihren Einsatz finden (IKSR, 2012).

Nach bisherigen Erkenntnissen ist EDTA in Oberflächengewässern und in Kläranlagen nur schwer bzw. gar nicht biologisch abbaubar. Ein hoher Anteil an EDTA gelangt über das

Abwasser in die Umwelt. Studien weisen darauf hin, dass es unter bestimmten Umständen, welche überwiegend in industriellen Kläranlagen vorzufinden sind, zu einem biologischen Abbau von EDTA kommen kann. Zu diesen Faktoren zählen beispielsweise ein relativ hoher Anteil an EDTA, ein alkalischer pH-Wert des Abwassers, eine hohe hydraulische Aufenthaltszeit und ein hohes Schlammalter sowie keine Komplexbildung zwischen EDTA und Schwermetallen (ECB, 2004).

EDTA ist resistent gegenüber Hydrolyse. Weder starke Säuren noch Basen führen zum Abbau. Aufgrund der ionischen Eigenschaften von EDTA und dessen Metallkomplexen kann davon ausgegangen werden, dass es zu keiner Verflüchtigung aus wässrigen Lösungen kommt. Durch die ionische Struktur unter umweltrelevanten pH-Wert-Bedingungen, wird keine Adsorption an die organische Fraktion im Boden oder in Sedimenten erwartet (ECB, 2004).

Freies EDTA unterliegt unter Umweltbedingungen keiner Photolyse. Für Fe(III)-, Co(III)- und Mn(II)-Komplexe von EDTA konnte Photodegradation nachgewiesen werden. Für den Fe(III)-EDTA-Komplex werden für den Extremfall 20 Tage als Halbwertszeit angegeben. Für Co(II)- und Mn(II)-Komplexe hat sich gezeigt, dass diese ebenfalls instabil gegenüber Sonnenlicht sind, jedoch mit geringeren Abbauraten (ECB, 2004).

Eine Studie zur Bioakkumulation von EDTA in Fisch (*Lepomis macrochirus*) zeigte Biokonzentrationsfaktoren (BCF) von $1,8 \pm 1,1$ und $1,1 \pm 0,95$. Auf Grundlage dieser Daten wird davon ausgegangen, dass das Bioakkumulationspotential von EDTA gering ist (ECB, 2004).

Die bedeutendste Eigenschaft von EDTA ist die Bildung von Komplexen (meist 1:1-Komplexe) mit mehrwertigen Metallionen. Das Metall mit der höchsten Komplexbildungskonstante ist Fe(III). Eisen ist das häufigste Metall in Flusswasser, was darauf hindeuten würde, dass das Hauptprodukt, welches unter normalen Umweltbedingungen entsteht, der Fe(III)-EDTA-Komplex ist. Studien zeigten jedoch keine signifikanten Mengen an Fe-EDTA, da unlösliche Fe(OH)_3 - und Fe(O)OH -Verbindungen geformt werden, welche adsorbiert werden oder Kolloide formen. Im thermodynamischen Gleichgewicht kommt es vor allem zur Komplexbildung mit Nickel, gefolgt von Kupfer, Zink oder Blei. Bei geringen EDTA-Konzentrationen ist der Großteil an Nickel gebunden. Im thermodynamischen Gleichgewicht gibt es kein unkomplexiertes EDTA in der Hydrosphäre (ECB, 2004).

Mehrere Studien haben gezeigt, dass die Komplexierung von EDTA zu einer Mobilisierung von Metallionen führen kann. EDTA kann die Ausfällung von Schwermetallen in Lösung verhindern oder eine Auflösung von Schwermetallen bewirken, welche an Sedimente adsorbiert sind (ECB, 2004).

6.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag

6.3.1 Produktion und Verwendung

EDTA wurde erstmals in den frühen 1930er-Jahren hergestellt und 1935 in Deutschland patentiert. Die Substanz wird hauptsächlich als Säure (H_4EDTA) und als Natriumsalz (Na_4EDTA) produziert und verwendet. Der am häufigsten angewendete Prozess zur Herstellung von EDTA basiert auf der alkalischen Cyanomethylierung von Ethylendiamin mit Natriumcyanid und Formaldehyd. Dabei wird EDTA direkt in flüssiger Lösung gebildet (ECB, 2004; Oviedo und Rodriguez, 2003). In der EU wird EDTA im Bereich von 1.000-10.000 Tonnen pro Jahr produziert bzw. importiert (ECHA, 2020c).

EDTA ist ein starker Komplexbildner von Metallen und ein sehr stabiles Molekül, wodurch es nach wie vor in unterschiedlichen Industriebereichen aber auch im Haushaltsgebrauch vielseitig eingesetzt wird, um Metallionen zu binden, da diese sonst Störungen verursachen könnten (Oviedo und Rodriguez 2003). Vorrangig werden EDTA und deren Salze heute in der Papier- und Zellstoffindustrie und im Agrarbereich (Spurennährstoffdünger) sowie in Kosmetik- und Körperpflegeprodukten eingesetzt. Zusätzlich kommt EDTA in Wasch- und Reinigungsmitteln, in der industriellen Reinigung, der Wasserbehandlung, der Metalloberflächenbehandlung und -beschichtung, der Galvanik, der Elektronikindustrie, der Textilindustrie, der Gas- und Ölförderung, der Foto- und Chemieindustrie und der Lebensmittelindustrie (Konservierungsmittel) zum Einsatz (ECHA, 2020c; Öko-Institut e.V./Öko-Recherche GmbH, 2012). Als schwer ersetzbar gilt EDTA im industriellen/institutionellen Bereich vor allem in der Membranreinigung, Flaschenreinigung und CLP-Reinigung (Reinigung von Anlagen und Maschinen insbesondere im Lebensmittel Bereich) (Öko-Institut e.V./Öko-Recherche GmbH, 2012).

6.3.2 Eintrag in die Umwelt

EDTA kann sowohl während der Produktion als auch bei der Verwendung in die Umwelt gelangen. Während der Produktion kommt es hauptsächlich zu Emissionen in die Hydrosphäre über das Abwasser. Emissionen in die Atmosphäre sind aufgrund des sehr geringen Dampfdrucks nicht zu erwarten. Bei der Verwendung als Komplexbildner wird der Hauptanteil ebenfalls in das Abwasser emittiert, da EDTA vorrangig in wässriger Lösung verwendet wird. Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit und geringen Adsorptionsneigung wird es in Kläranlagen jedoch weder abgebaut noch an den Klärschlamm angelagert (ECB, 2004).

Bei der Verwendung von EDTA-haltigen Produkten durch Endverbraucher kann es unter anderem während Waschvorgängen, der Verwendung von Autopflegeprodukten, Farben und Beschichtungen zur Freisetzung von EDTA in die Umwelt kommen. Produkte, bei denen eine Freisetzung beabsichtigt ist, inkludieren parfümierte Kleidung, Spielzeug und Papierprodukte sowie Verpackungsmaterial für Metallteile (ECHA, 2020c).

6.4 Umweltqualitätsnormen

EDTA ist ein national relevanter Schadstoff und somit eine der chemischen Komponenten des guten ökologischen Zustands. Die QZV Chemie OG (BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) gibt eine UQN von 50 µg/L vor. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf H₄EDTA und muss in der unfiltrierten Gesamtprobe eingehalten werden.

Für EDTA gilt es anzumerken, dass die UQN nicht auf der stoffspezifischen Toxizität beruht, sondern auf dem Potential der Freisetzung von Metallen. Die Ökotoxizität von EDTA ist mit PNEC-Werten von 1.000 µg/L und darüber gering. Die UQN beruht auf einer Konzentration, ab der von einer Remobilisierung von Schwermetallen aus Schwebstoffen oder Sedimenten auszugehen ist.

Die QZV Chemie GW sieht keine Schwellenwerte für EDTA vor.

6.5 Umweltkonzentrationen in Österreich

EDTA wird in Österreich aufgrund von rechtlichen Verpflichtungen und im Zuge von Forschungsprojekten in der aquatischen Umwelt beobachtet. Gemessene

Konzentrationen von EDTA in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich sind in Tabelle 22 zusammengestellt.

Tabelle 22: EDTA-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG)

Matrix	EDTA
Fließgewässer	n.n. – 57 µg/L (n = 359, n>BG = 307) ^{2,*} n.n. – 224,3 µg/L (n = 72, n>BG = 72) ^{2,**}
Kommunales Abwasser	Zulauf: 5,7 µg/L – 330 µg/L (n = 15, n>BG=15, BG= 1 µg/L) ³ Ablauf: 6,5 µg/L – 310 µg/L (n=60, n>BG=60, BG=1 µg/L) ³
Industrielles Abwasser	56,3 µg/L – 2.177 µg/L (n = 27, n > BG = 27) (Einleitung ins Gewässer) ^{4 ***}
Deponiesickerwasser	190 – 1.600 µg/L (n = 9, n>BG = 9, BG = 50) ¹

* Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt).; Daten aus dem Zeitraum 2015-Jun 2020.

** n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt).; Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.

*** Daten vorrangig aus Abwasser aus der Erzeugung von Papier und Pappe und Abwasser aus der Erzeugung von gebleichtem Zellstoff

Quellen: 1...BMLFUW (2016). 2...H2O Datenbank (Erhebung der Wassergüte in Österreich gemäß GZÜV).

3...Umweltbundesamt (2009). 4... EMREG-OW (Referenzjahre 2010-2018) –

Jahresdurchschnittskonzentrationen berechnet aus der gemeldeten Jahresfracht (kg/a) und der Jahres-abwassermenge (m³/a). Angegeben wird das 25% und das 75%-Perzentil, um Ausreißerwerte auszuschließen.

6.6 Risikobewertung

6.6.1 Oberflächengewässer

Die Ergebnisse der Risikobewertung sind in Tabelle 23 zusammengefasst. Sie basiert auf der Auswirkungsanalyse der Punktquellen (EMREG-OW), der Berücksichtigung von Zustandsausweisungen im 2. NGP sowie Monitoringdaten. Eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung enthält Kapitel 2.2 sowie BMLRT (2020a).

Tabelle 23: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend EDTA

EDTA		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	-	-
	Punktquelle	2	<0,1%
Risiko Gesamt		2	<0,1%

Für die Bewertung der Punktquellen lagen im **EMREG-OW** Emissionsdaten für EDTA vor bzw. wurden Datenlücken mittels typischer Ablaufkonzentrationen befüllt. Diese Auswirkungsanalyse hat für elf der 540 Wasserkörper eine mögliche signifikante Beeinträchtigung durch EDTA ergeben. Unter Berücksichtigung von zusätzlichen Monitoringergebnissen wurde bei 2 OWK ein Risiko ausgewiesen.

Bei der Auswertung der punktförmigen und der diffusen Stoffeinträge mittels **Modellierung (STOBIMO Nährstoffe)** wurde EDTA nicht berücksichtigt.

6.6.2 Grundwasser

Da in der QZV Chemie GW keine Schwellenwerte für EDTA festgelegt sind, wurde EDTA nicht bei der Bewertung einer möglichen Verfehlung des guten chemischen Grundwasserzustandes berücksichtigt.

6.7 Zustand

6.7.1 Oberflächengewässer

Eine Zusammenfassung der Zustandsbewertung in Abhängigkeit vom Bewertungstyp (siehe Kapitel 2.3) enthält Tabelle 24.

Tabelle 24: Zustandsbewertung der Fließgewässer für EDTA in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge

EDTA	Zustand (in % der Gewässerlänge)	
	gut	nicht gut
Bewertungstyp A	1,1 %	< 0,1 %
Bewertungstyp B	98,8 %	-
Bewertungstyp C	0 %	-
Gesamt	> 99,9 %	< 0,1 %

Für EDTA wird die Zustandsverfehlung in 2 von 8119 Wasserkörpern durch Messung bestätigt. Der schlechte Zustand ist auf die Einleitung einer kommunalen Kläranlage und fehlende Verdünnung im Vorfluter zurückzuführen. In weiteren 31 Wasserkörpern der überblicksweisen Überwachung belegen die Messwerte den guten Zustand.

Für EDTA gilt zudem anzumerken, dass die UQN für EDTA nicht auf der stoffspezifischen Toxizität beruht, sondern auf dem Potential der Freisetzung von Metallen. Die Ökotoxizität von EDTA ist mit PNEC-Werten von 1 mg/L und darüber gering. Die UQN beruht auf einer Konzentration, ab der von einer Remobilisierung von Schwermetallen aus Schwebstoffen oder Sedimenten auszugehen ist. Für einige Metalle sind in der QZV Chemie OG Umweltqualitätsnormen festgelegt und diese Grenzwerte sind in den zwei Wasserkörpern mit einer Zielverfehlung für EDTA eingehalten. Es wäre daher abzuwägen, ob die UQN für EDTA anzuwenden ist, wenn die UQN der Metalle eingehalten sind.

Beide betroffenen Wasserkörper wurden bereits im 2.NGP ausgewiesen.

Von den insgesamt 62 Seen werden betreffend EDTA alle mit einem guten ökologischen Zustand ausgewiesen.

6.7.2 Grundwasser

Da in der QZV Chemie GW keine Schwellenwerte für EDTA festgelegt sind, wird EDTA nicht bei der Bewertung des guten chemischen Grundwasserzustandes berücksichtigt.

6.8 Maßnahmen

6.8.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Die Informationen zu Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA, CAS-Nr. 60-00-4, EG.- Nr. 200-449-4) und – als Beispiel für eine weitere EDTA-Verbindung – Tetranatriumethylendiamintetraacetat (Na₄EDTA, CAS-Nr. 64-02-8) sind unterhalb zusammengefasst:

Registrierung:

- EDTA: Es gibt 20 aktive Registrierungen unter REACH. Der Stoff wird im europäischen Raum zwischen 1.000 und 10.000 Tonnen pro Jahr hergestellt und/oder in diesen importiert.
- Na₄EDTA: Es gibt 22 aktive Registrierungen unter REACH. Der Stoff wird im europäischen Raum zwischen 10.000 und 100.000 Tonnen pro Jahr hergestellt und/oder in diesen importiert.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

Im Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis finden sich EDTA (siehe Tabelle 25) und Na₄EDTA (siehe Tabelle 26).

Tabelle 25: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für EDTA

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
607-429-00-8	200-449-4	60-00-4	EDTA
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
Eye Irrit. 2	H319	Verursacht schwere Augenreizung	GHS07  Gefahr

Tabelle 26: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Tetranatrium-EDTA (Na₄EDTA)

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
607-428-00-2	200-573-9	64-02-8	Tetranatriummethylen-diamintetraacetat (Na ₄ EDTA)
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort
Akute Tox. 4	H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken	GHS05 
Eye Dam. 1	H318	Verursacht schwere Augenschäden	GHS07  Gefahr

Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über andere Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (ZuV) StF: BGBl. II Nr. 383/1998, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 67/2014

Nach dieser Verordnung ist Calcium-Dinatriummethylenediamintetraacetat (Calcium-Dinatrium-EDTA) (E385) als Zusatzstoff in unterschiedlichen Waren mit definierten Höchstmengen zugelassen.

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Für Emissionen von EDTA liegen derzeit in keinen BVT Schlussfolgerungen BAT-AEL vor. In den BVT Schlussfolgerungen der Textil-, Papier- und Zellstoff-, der Nahrungsmittel-, Getränke- und Milchindustrie sowie der Behandlung von Oberflächen unter Verwendung von organischen Lösungsmitteln, einschließlich der Konservierung von Holz und Holzzeugnissen mit Chemikalien werden Komplexbildner, deren Reduktion, deren biologischer oder chemischer Abbau bzw. deren Elimination aus dem Abwasser (Umkehrosmose, Fällung) behandelt (UBA, 2020b).

Emissionsregisterverordnung 2017 (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017 idgF)

EDTA ist in einer Abwasseremissionsverordnung mit einer Emissionsbegrenzung versehen und in Bescheiden enthalten und zu überwachen. Diese Überwachungsdaten sind als Jahresfrachten von den Registerpflichtigen jährlich in EMREG-OW zu berichten.

Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996 idgF) und branchenspezifische Abwasseremissionsverordnungen

EDTA wird nur in der AEV 6.4 - Oberflächenbehandlung (BGBl. II Nr. 44/2002 idgF) mit einem Einleitungsverbot geregelt; ansonsten wird EDTA in der Regel über den Parameter „Toxizität“ erfasst. Einbringungsverbote für organische Komplexbildner finden sich in den folgenden AEV:

- AEV 3.2 - Textilveredelung und -behandlung (BGBl. II Nr. 269/2003 idgF): Verbot der Einleitung von Abwässern aus bestimmten Tätigkeiten, die organische Komplexbildner enthalten, die eine Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem

wässrigen Medium von kleiner als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (ÖNORM EN ISO 7827)

- AEV 4.1 - Kühlsysteme und Dampferzeuger (BGBl. II Nr. 266/2003 idgF): Verbot der Einleitung von Abwässern, die organische Arbeits- und Hilfsstoffe enthalten, die eine Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem wässrigen Milieu von nicht größer als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (ÖNORM EN ISO 7827)
- AEV 4.5 - Wasch- und Chemischreinigungsprozesse (BGBl. II Nr. 267/2003 idgF): Verbot der Einleitung von Abwässern, die organische Komplexbildner enthalten, die eine Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem wässrigen Medium von kleiner als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (ÖNORM EN ISO 7827)
- AEV 6.4 - Oberflächenbehandlung (BGBl. II Nr. 44/2002 idgF): Verbot von EDTA, ihren Homologen und deren Salzen in Abwasser aus Entfettungsbädern, Entmetallisierungsbädern und Nickelbädern
- AEV 7 - Druck-Foto (BGBl. II Nr. 45/2002 idgF): Verbot der Einleitung von Abwässern aus bestimmten Tätigkeiten, die organische Komplexbildner enthalten, die eine Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem wässrigen Medium von kleiner als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (ÖNORM EN ISO 7827)
- AEV 9 – Fahrzeugtechnik (BGBl. II Nr. 265/2003 idgF): Verbot der Einleitung von Abwässern aus bestimmten Tätigkeiten, die organische Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffe enthalten, die ein Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem wässrigen Medium von kleiner als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (ÖNORM EN ISO 7827)

Weitere gesetzliche Regelungen

- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes erlassen werden (Düngemittelverordnung 1994) StF: BGBl. Nr. 1007/1994, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 100/2004
- Verordnung (EU) Nr. 1009/2019 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Betrieben zur Behandlung und Beschichtung von

metallischen Oberflächen StF: BGBl. Nr. 609/1992, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 44/2002

- Verordnung (EU) Nr. 609/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juni 2013 über Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder, Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke und Tagesrationen für gewichtskontrollierende Ernährung und zur Aufhebung der Richtlinie 92/52/EWG des Rates, der Richtlinien 96/8/EG, 1999/21/EG, 2006/125/EG und 2006/141/EG der Kommission, der Richtlinie 2009/39/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnungen (EG) Nr. 41/2009 und (EG) Nr. 953/2009 des Rates und der Kommission
- Verordnung (EU) Nr. 231/2012 der Kommission vom 9. März 2012 mit Spezifikationen für die in den Anhängen II und III der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates aufgeführten Lebensmittelzusatzstoffe, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 2020/771
- Verordnung (EU) Nr. 1161/2011 der Kommission vom 14. November 2011 zur Änderung der Richtlinie 2002/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 953/2009 der Kommission hinsichtlich der Listen der Mineralstoffe, die Lebensmitteln zugesetzt werden dürfen
- Verordnung (EU) Nr. 1129/2011 der Kommission vom 11. November 2011 zur Änderung des Anhangs II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine Liste der Lebensmittelzusatzstoffe der Europäischen Union, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 1152/2013
- Verordnung (EG) Nr. 648/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 über Detergenzien
- Verordnung (EG) Nr. 907/2006 der Kommission vom 20. Juni 2006 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 648/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über Detergenzien zwecks Anpassung der Anhänge III und VII
- Entscheidung der Kommission vom 21. Juni 2007 über die Nichtaufnahme bestimmter Wirkstoffe in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und den Widerruf der Zulassungen für Pflanzenschutzmittel mit diesen Wirkstoffen (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2007) 2576)

6.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen

Im Auswertungsbericht Komplexbildner der Internationalen Rheinkommission (IKSR, 2012) werden die folgenden Maßnahmen zur Minimierung der Einträge der Komplexbildner genannt:

- Maßnahmen an der Quelle:
 - Entwicklung, Erprobung und Einsatz von biologisch abbaubaren, in Kläranlagen leichter eliminierbaren Ersatzstoffen;
 - erweiterte Umweltverträglichkeitsprüfungen bei der Zulassung von Komplexbildnern;
 - Optimierung der Produktionsprozesse bzw. Beibehaltung bereits optimierter Prozesse; insbesondere Optimierung der betrieblichen Abläufe zur Verringerung der eingesetzten Mengen (optimierte Dosierung);
 - Verzicht auf Reinigungsmittel und Kosmetika, die schlecht abbaubare oder ökotoxische Komplexbildner enthalten (seitens Produkthanwender; Konsumenten, Handel);
 - Aufklärung über Produktwahl und sachgerechte Entsorgung.
- Information der Öffentlichkeit und der Fachöffentlichkeit: Alternativen können z.B. die sparsame Anwendung, der Verzicht oder die Umstellung auf umweltfreundlichere Alternativprodukte bzw. auf umweltfreundliche (z.B. physikalische oder biologische) Reinigungs-/Bleich- oder Behandlungsverfahren sein. Für die Produkte aus der Papier-, Foto- und Textilindustrie wäre ebenfalls eine spezielle Produktkennzeichnung denkbar.
- Behandlung von Abwasserteilströmen: Einzelne Industrie- oder Gewerbebetriebe können erheblich zu den über die Kläranlagen in die Oberflächengewässer eingetragenen Komplexbildner-Frachten beitragen. Um diese zu minimieren, können folgende Maßnahmen in Betracht gezogen werden:
 - Optimierung der betrieblichen Abläufe zur Vermeidung bzw. Verringerung des entstehenden Abwassers (z.B. Kreislaufführung);
 - weitergehende Reinigungsverfahren zur Entfernung von schwer abbaubaren Komplexbildnern (wie EDTA) und ggf. weiteren umweltrelevanten Abwasserinhaltsstoffen, dadurch ggf. Mehrfachwirkung erzielbar. Ob eine wirksame Abwasserbehandlung möglich ist und die Wahl des Verfahrens sind von pH-Wert, Temperatur, Konzentration der Komplexbildner, sonstigen Abwasserinhaltsstoffen und von den BAT abhängig.
- Anpassung von Messprogrammen: Zur Beurteilung der Auswirkungen auf die Gewässerökosysteme (unter Berücksichtigung möglicher Wechselwirkungen mit anderen Stoffen, Artenverschiebungen) sowie zum Schutz von Trinkwasserressourcen sollten auf geeigneter institutioneller Ebene verbindliche Qualitätskriterien abgeleitet werden.

7 Nickel

7.1 Übersicht

Nickel (Ni) ist ein natürlich vorkommendes Schwermetall, welches überwiegend im Erdkern und der Erdkruste zu finden ist. Typischerweise bildet es Verbindungen in Form von Sulfid, Silikat und Arsenid (BMLFUW, 2012).

Auf natürlichem Weg gelangt Nickel durch Gesteinsverwitterung, Waldbrände oder Pflanzenexsudate in die Umwelt. Anthropogene Aktivitäten wie Bergbau, Verbrennung von fossilen Brennstoffen, Schmelz- und Veredelungsprozesse sowie das Ausbringen von Schlämmen bedingt ebenfalls einen Eintrag (ECB, 2008). Zu Gewässereinträgen von Nickel kommt es vor allem durch Erosion und Drainage von landwirtschaftlichen Flächen, Einleitungen kommunaler Kläranlagen und durch die Ableitung von Regenwasser von urbanen Flächen (UBA, 2007). Da Nickel als Metall keinem Abbau in der Umwelt unterliegt, erfolgt eine Entfernung aus der Umwelt nur über Kreislaufprozesse wie beispielsweise Versickerung oder Abrieb (ECB, 2008).

Für aquatische Organismen sind Nickel und Nickelverbindungen toxisch, wobei das Ausmaß der Toxizität von den einzelnen Arten und auch von abiotischen Faktoren wie dem pH-Wert sowie der Bioverfügbarkeit und der vorliegenden physikalisch-chemischen Form abhängt (ECB, 2008). Auch für den Menschen sind Nickel und seine Verbindungen problematisch. So spielt Nickel in erster Linie für die Allgemeinbevölkerung als Kontaktallergen eine Rolle. Weiters ist Nickel krebserregend und Nickelverbindungen sind als krebserzeugend für den Menschen eingestuft (UBA, 2020c). Weiters führt Nickel beim Menschen zu Effekten im gastrointestinalen, hämatologischen sowie neurologischen System und im Immunsystem. Im Tierversuch konnten außerdem gen-, reproduktions- und entwicklungstoxische Effekte gezeigt werden (EFSA, 2020a).

Nickel bzw. seine Verbindungen sind in einer Reihe gesetzlicher Regelungen auf nationaler sowie auf EU-Ebene reguliert.

7.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten

Die Stoffeigenschaften von Nickel und Nickelverbindungen sind in Tabelle 27 zusammengefasst.

Tabelle 27: Stoffeigenschaften von Nickel und Nickelverbindungen (Quellen: Europäische Kommission, 2011e; ECHA, 2020d; GESTIS, 2020)

Name	Nickel und Nickelverbindungen
CAS Nummer	7440-02-0 (Nickel) 7786-81-4 (Nickel(II)-sulfat) 3333-67-3 (Nickel(II)-carbonat) 7718-54-9 (Nickel(II)-chlorid) 13138-45-9 (Nickel(II)-nitrat) 1313-99-1 (Nickelmonoxid) 12054-48-7 (Nickel(II)-hydroxid)
EG Nummer	231-111-4 (Nickel) 232-104-9 (Nickel(II)-sulfat) 222-068-2 (Nickel(II)-carbonat) 231-743-0 (Nickel(II)-chlorid) 236-068-5 (Nickel(II)-nitrat) 215-215-7 (Nickel(II)-oxid) 235-008-5 (Nickel(II)-hydroxid)
Summenformel	Ni NiO ₄ S (Nickel(II)-sulfat) CNiO ₃ (Nickel(II)-carbonat) Cl ₂ Ni (Nickel(II)-chlorid) N ₂ NiO ₆ (Nickel(II)-nitrat) NiO (Nickel(II)-oxid) H ₂ NiO ₂ (Nickel(II)-hydroxid)
Molekulargewicht in g/mol	58,69
Wasserlöslichkeit in mg/L	unlöslich
Schmelzpunkt	1.455 °C
Siedepunkt	2.832 °C
Fettlöslichkeit als log K _{ow}	nicht anwendbar
Sorptionsverhalten als K _{oc}	nicht anwendbar
Bioakkumulation in aquatischen Organismen als BCF in L/kg	270

Name	Nickel und Nickelverbindungen
Toxizität als NOEC in Frischwasser in mg/L	0,012 – 0,093 (Algen) 0,040 – 0,134 (Fische) 0,0069 – 0,029 (Schalentiere) 0,0068 – 0,124 (Weichtiere)
Flüchtigkeit als Dampfdruck in Pa (25°C)	237 bei 1.453°C
Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit als Henry-Konstante in Pa.m ³ /mol (25°C)	nicht anwendbar

Nickel in elementarer Form tritt in der Natur nur selten auf. Verbindungen in Form von Sulfid, Silikat und Arsenid bilden die typischen Vorkommen von Nickel. Zweiwertige Nickelverbindungen mit Chlorid, Nitrat oder Sulfat sind gut wasserlöslich, wohingegen Nickeloxid und -hydroxid sowie Nickelkarbonat und -phosphat schwer wasserlöslich sind (BMLFUW, 2012). Als Metall unterliegt Nickel keinem Abbau und gilt somit als persistent in der Umwelt. Die Entfernung von Nickel aus Umweltmedien erfolgt nur über Kreislaufprozesse, wie beispielsweise Versickerung, Suspension oder Abrieb (ECB, 2008).

Der Großteil des Nickels ist unter normalen Bedingungen an Eisen- und Manganpartikel im Boden sowie im Sediment gebunden. Nickel tritt im basischen Milieu überwiegend als unlösliches Nickelhydroxid auf. Da die meisten Nickelverbindungen in saurem Milieu gut wasserlöslich sind, kann eine Versauerung des Bodens zu einer Mobilisierung und einem Eintrag von Nickel in das Grundwasser führen (BMLFUW, 2012).

In Oberflächengewässern wird Nickel sowohl in partikulärer als auch in gelöster Form transportiert. Die biologische Verfügbarkeit sowie das Transportvermögen von Nickel in Wasser wird durch pH-Wert, Ionenstärke, Oxidations-/Reduktionspotential, Typ, Konzentration von organischen und anorganischen Liganden und das Vorhandensein fester Oberflächen zur Adsorption beeinflusst (ECB, 2008).

Für aquatische Organismen sind Nickel und seine Verbindungen toxisch, wobei es große Schwankungen zwischen einzelnen Arten gibt und abiotische Faktoren eine entscheidende Rolle spielen. Die chronische Toxizität wird vor allem vom pH-Wert, der Wasserhärte und dem gelösten organischen Kohlenstoffgehalt beeinflusst. Zusätzlich hängt die Toxizität und Bioverfügbarkeit von Nickel von der vorliegenden chemischen und physikalischen Form ab. Nickel kann sich in aquatischen Organismen durch Aufnahme in gelöster Form bzw. über die Nahrung akkumulieren, jedoch sind die Bioakkumulationsfaktoren generell gering (ECB, 2008).

7.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag

7.3.1 Produktion und Verwendung

Nickel ist das fünfthäufigste Element auf der Erde, kommt jedoch hauptsächlich im Erdkern vor, wo es unzugänglich ist. Nickel wird als Metall durch Erzförderung mit einer Reinheit von über 75% abgebaut. Der Abbau von Nickelerz erfolgt derzeit in 23 Ländern, die Schmelzung und Raffinerie in 25 Ländern (Statista, 2020).

Nickel ist ein gut dehnbares Schwermetall und sehr korrosionsbeständig. Bei Raumtemperatur ist reines Nickel sehr widerstandsfähig gegen Luft, Sauerstoff und Wasser. Nickel besitzt eine gute Strom- und Wärmeleitfähigkeit und hat gute katalytische Eigenschaften. Aufgrund dieser physikalischen und mechanischen Eigenschaften wird Nickel in vielen unterschiedlichen Bereichen eingesetzt. Zu diesen gehören beispielsweise der Baubereich, das Transportwesen, die petrochemische Industrie, die Energieerzeugung sowie die Elektronikindustrie (ATSDR, 2020; BMLFUW, 2012).

Als bedeutendes Legierungsmetall wird Nickel vorwiegend zur Stahlveredelung verwendet. Mehr als zwei Drittel der globalen Nickelproduktion werden zur Herstellung von Edelstahl eingesetzt. Als Legierungselement verbessert Nickel Formbarkeit, Schweißbarkeit und Duktilität und erhöht die Beständigkeit gegen Korrosion in bestimmten Anwendungen (Nickel Institute, 2020). Auch in der Elektroindustrie (Nickel-Cadmium und Nickel-Metallhydrid-Batterien), im Baubereich und für Beschichtungen wird das Metall eingesetzt. Nickel-Textilfasern werden als Hitzeschutz verwendet (BMLFUW, 2012; Nickel Institute, 2020).

7.3.2 Eintrag in die Umwelt

Auf natürlichem Weg wird Nickel durch Bodenstaub, Meersalz, Vulkane, Waldbrände und Pflanzenexsudate in der Umwelt freigesetzt. Der größte Eintrag von Nickel in die Umwelt erfolgt jedoch durch anthropogene Quellen. Anthropogene Aktivitäten, die zu einer Freisetzung von Nickel in die Umwelt beitragen, sind unter anderem Bergbau-, Schmelz- und Veredelungsprozesse, die Verbrennung von fossilen Treibstoffen, industrielle Aktivitäten wie Vernickelung und Herstellung von Legierungen und die Ausbringung von Schlämmen, Feststoffen und Schlacken auf den Boden (ECB, 2008). Zu Einträgen in Gewässer kommt es vor allem durch Erosion und Drainage von landwirtschaftlichen

Flächen, Einleitungen kommunaler Kläranlagen und durch Ableitung von Regenwasser von urbanen Flächen (UBA, 2007).

7.4 Umweltqualitätsnormen

Nickel und Nickelverbindungen sind prioritäre gefährliche Stoffe nach Artikel 16 der WRRL. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die bioverfügbare Konzentration in der filtrierten Wasserprobe. Tabelle 28 stellt die UQN für Nickel und Nickelverbindungen gemäß Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) dar. Zudem sind weitere Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter angeführt, die zum Schutz von Prädatoren oder zum Schutz des Menschen beim Konsum von Trinkwasser abgeleitet wurden. Die UQN beruht auf dem Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften (pelagische Organismen) und sollte auch für andere Rezeptoren und Schutzgüter (benthische Organismen, Prädatoren, Mensch) ein ausreichendes Schutzniveau darstellen.

Tabelle 28: Umweltqualitätsnormen für Nickel und Nickelverbindungen und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration).

Umweltqualitätsnorm	Nickel und Nickelverbindungen
JD-UQN	4 µg/L
ZHK-UQN	34 µg/L
Biota-UQN	-
Tierische Top-Prädatoren der aquatischen Nahrungskette	Säuger: 92.000 µg/kg (Biota) bzw. 340 µg/L Vögel: 12.300 µg/kg (Biota) bzw. 46 µg/L
Menschliche Gesundheit durch den Verzehr von Fischprodukten	40.780 µg/kg (Biota) bzw. 151 µg/L
Menschliche Gesundheit durch Trinkwasser	20 µg/L

Die JD-UQN ist auf die bioverfügbare Konzentration bezogen. Das Konzept der Bioverfügbarkeit basiert auf dem Wissen, dass die Anteile der gelösten Nickel und Blei-Konzentrationen, die sich an die biologisch aktiven Stellen binden und somit toxisch wirksam werden können von der Wasserchemie (vor allem vom pH und DOC-Gehalt)

abhängig sind. Besonders bei pH-Werten unter 7 und DOC-Konzentrationen über 10 mg/L ist nach den vorliegenden Modellen die Bioverfügbarkeit der Metalle deutlich herabgesetzt. Für die Bewertung bedeutet dies, dass eine stufenweise Vorgehensweise heranzuziehen ist. Unter Berücksichtigung von Wasserhärte- und DOC-Werten kann mit Hilfe von Modellen der bioverfügbare Anteil (BioF) ermittelt werden. Für Nickel kann hierbei auf entsprechende Modelle verwiesen werden.

In der QZV Chemie OG wird Nickel als nicht-synthetischer Schadstoff definiert. Nicht-synthetische Schadstoffe sind Schadstoffe, die nicht nur aufgrund anthropogener Tätigkeiten, sondern in erheblichem Umfang auch durch natürliche Einträge in Oberflächengewässer gelangen können.

Für Grundwasser gibt die Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW, BGBl. II Nr. 98/2010 idgF) einen Schwellenwert von 18 µg/L und einen Ausgangswert für die Trendumkehr von 15 µg/L an. Eine Messstelle gilt als gefährdet, wenn das arithmetische Mittel der Jahresmittelwerte für den Beurteilungszeitraum von drei Jahren den zugehörigen Schwellenwert überschreitet.

7.5 Umweltkonzentrationen in Österreich

Nickel wird in Österreich aufgrund von rechtlichen Verpflichtungen und im Zuge von Forschungsprojekten in der aquatischen Umwelt beobachtet. Gemessene Nickel-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich sind in Tabelle 29 zusammengefasst. Falls nicht anders angegeben, sind die Konzentrationen auf Gesamtgehalte bezogen.

Tabelle 29: Nickel-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar; TM: Trockenmasse)

Matrix	Nickel und Nickelverbindungen
Deposition	0,74-1,3 µg/L (n = 3, n>BG = 3, BG = 0,1) ¹ 0,35-53 µg/L (n = 17, n>BG = 17, BG = 0,01) ² n.n.-35 µg/L (n = 13, n>BG = 2, BG = 2) ⁵
Fließgewässer	n.n.-1 µg/L (n = 3, n>BG = 1, BG = 1) ³ – vor Abwassereinleitung

Matrix	Nickel und Nickelverbindungen
	n.n.-3 µg/L (n = 3, n>BG = 2, BG = 1) ³ – nach Abwassereinleitung 0,37-8,1 µg/L (n = 18, n>BG = 18, BG = 0,01) ² – Nickel gelöst, Hochwasser 0,4-9,4 µg/L (n = 18, n>BG = 18, BG = 0,01) ² – Nickel gelöst, Niederwasser n.n.-43,2 µg/L (n = 3.135, n>BG = 1.033) ^{4,*} – Nickel gelöst n.n.-12,8 µg/L (n = 2.806, n>BG = 1.019) ^{4,**} – Nickel gelöst n.n.-78,4 µg/L (n = 3.136, n>BG = 1.632) ^{4,*} n.n.-119 µg/L (n = 2.806, n>BG = 1.479) ^{4,**}
Grundwasser	n.n.-7 µg/L (n = 5, n>BG = 1, BG = 2) ⁵ n.n.-130 µg/l (n = 14.000, n>BG = 3.304) ^{4,§} n.n.-160 µg/l (n = 13.919, n>BG = 3.090) ^{4,†}
Mischwasser	<BG-5,4 µg/L (n = 7, n>BG = 4, BG = 2) ⁵
Niederschlagswasser aus Trennkana­lisation	<BG-4 µg/L (n = 6, n>BG = 3, BG = 2) ⁵
Kommunales Abwasser (ungereinigt)	3,2 – 91 µg/L (n = 15, n>BG=15, BG=2,3 µg/L) ⁹ 2-14 µg/L (n = 3, n>BG = 3, BG = 1) ³ 3,4-9,5 µg/L (n = 6, n>BG = 6, BG = 2) ⁵ – bei Trockenwetter
Kommunales Abwasser (gereinigt)	1,0 – 16 µg/L (n=45, n>BG=45, BG=1,0 µg/L) ⁹ 3-9 µg/L (n = 3, n>BG = 3, BG = 1 µg/L) ³ <BG-8,5 µg/L (n = 6, n>BG = 5, BG = 2) ⁵ - bei Trockenwetter n.n.-30 µg/L (n = 36, n>BG = 20, BG = 4) ⁶ – Wochenmischproben
Industrielles Abwasser	0,19-290 µg/L (n = 20, n>BG = 20, BG = 0,01) ^{2,‡} – industrieller Direkteinleiter < BG – 38 µg/L (n = 439, n > BG = 328) – Einleitung ins Gewässer ^{8,***} 8,29 – 131 µg/L (n = 539, n > BG = 469) – Einleitung in den Kanal ^{8,***}
Deponiesickerwasser	42-620 µg/L (n = 9; n>BG = 9, BG = 3,2) ⁷
Klärschlamm	14-25 µg/kg TM (n = 2, n>BG = 2) ¹
Klärschlammkompost	24-31 mg/kg TM (n = 2, n>BG = 2) ¹
Schwebstoffe	23-63 mg/kg (n = 17, n>BG = 17, BG = 1) ² – bei Hochwasser 21-64 mg/kg (n = 8, n>BG = 8, BG = 1) ² – bei Niederwasser
Boden	42-67 mg/kg TM (n = 4; n>BG = 4) ¹ – Referenzboden 51-70 mg/kg TM (n = 2; n>BG = 2) ¹ – vor Klärschlammausbringung 53-67 mg/kg TM (n = 2; n>BG = 2) ¹ – nach Klärschlammausbringung 19-32 mg/kg (n = 12, n>BG = 12, BG = 1) ² – Acker 21-41 mg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 1) ² – Grünland 15-55 mg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 1) ² – Wald
Gras	870-1.300 µg/kg TM (n = 5, n>BG = 5) ¹
Gärrückstände	19-22 mg/kg TM (n = 2; n>BG = 2) ¹

* n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt).; Daten aus dem Zeitraum 2015-Jun 2020.

- ** n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt).; Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.
- *** vorrangig Sickerwasser aus Abfalldeponien, Abwasser aus der physikalisch-chemischen oder biologischen Abfallbehandlung, Abwasser aus der Erzeugung von Papier und Pappe, Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas, Abwasser aus Betrieben zur Behandlung und Beschichtung von metallischen Oberflächen sowie Abwasser aus der Aufbereitung, Veredelung und Weiterverarbeitung von Eisenerzen,
- § n=Anzahl der Eintragungen; Untersuchungen 1x/Quartal; Daten aus dem Zeitraum 2015-Q2/2020.
- † n=Anzahl der Eintragungen; Untersuchungen 1x/Quartal; Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.
- ‡ Proben unterschiedlicher Herkunft (Energiewirtschaft, Nahrungsmittel, Oberflächenbehandlung, Papier- und Zellstoff, Petrochemische Industrie, Stahlproduktion).

Quellen: 1...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2016). 2...BMNT (2019a). 3...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2017). 4...H2O Datenbank (Erhebung der Wassergüte in Österreich gemäß GZÜV). 5...BMLFUW (2014b). 6...BMLFUW (2017a). 7...BMLFUW (2016). 8... EMREG-OW (Referenzjahre 2010-2018) – Jahresdurchschnittskonzentrationen berechnet aus der gemeldeten Jahresfracht (kg/a) und der Jahresabwassermenge (m³/a). Angegeben wird das 25% und das 75%-Perzentil, um Ausreißerwerte auszuschließen. 9...Umweltbundesamt (2009).

7.6 Risikobewertung

7.6.1 Oberflächengewässer

Die Ergebnisse der Risikobewertung sind in Tabelle 30 zusammengefasst. Sie basiert auf der Auswirkungsanalyse der Punktquellen (EMREG-OW und Modellierung STOBIMO) und diffusen Stoffeinträgen (Modellierung STOBIMO Spurenstoffe, BMNT 2019a), der Berücksichtigung von Zustandsausweisungen im 2. NGP sowie Monitoringdaten. Eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung enthält Kapitel 2.2 sowie BMLRT (2020a).

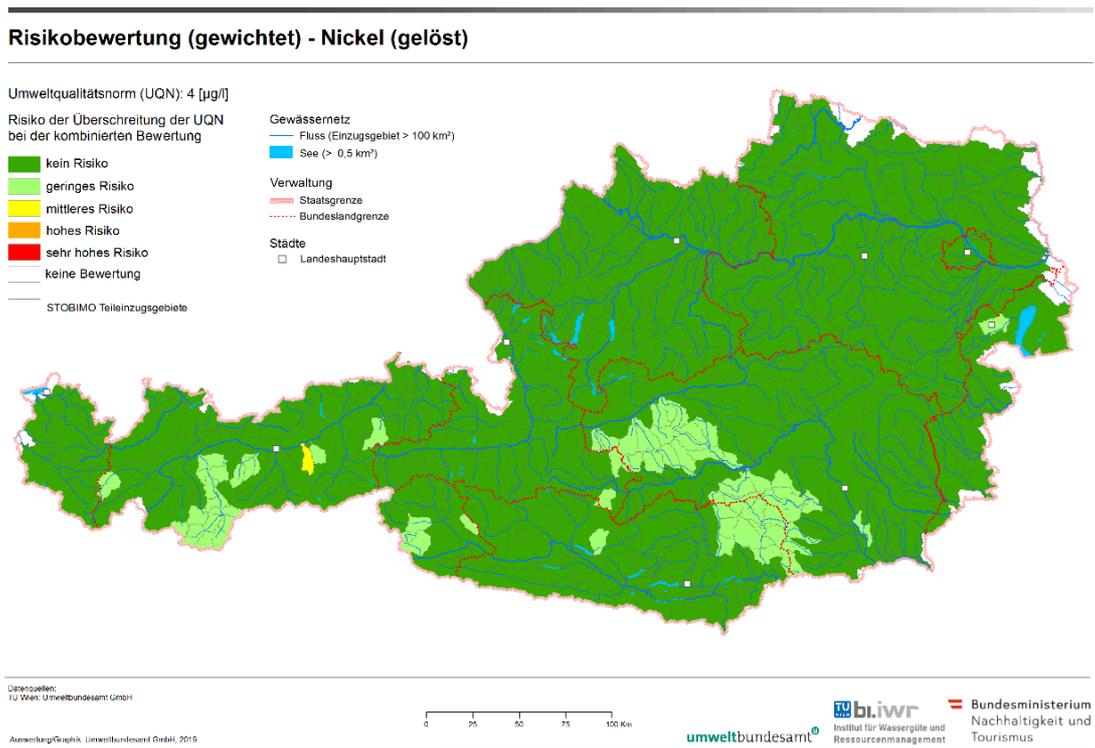
Tabelle 30: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Nickel und Nickelverbindungen

Nickel und Nickelverbindungen		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	-	-
	Punktquelle	5	<0,1%
Risiko Gesamt		5	<0,1%

Für die Bewertung der Punktquellen lagen im **EMREG-OW** Emissionsdaten für Nickel- und Nickelverbindungen vor. Da die Emissionsdaten der Metalle in EMREG- OW Gesamtfrachten sind, wurde angenommen, dass in der Emission 80% der Gesamtfracht in gelöster Form vorliegen. Es erfolgte somit eine Abminderung der Gesamtfrachten um 20%. Für 15 der 540 Wasserkörper wurde in der Auswirkungsanalyse eine mögliche signifikanten Beeinträchtigung durch Nickel berechnet.

Bei der Auswertung der punktförmigen und der diffusen Stoffeinträge mittels Modellierung (STOBIMO Spurenstoffe) wurde für Nickel- und Nickelverbindungen für eines der 754 Teileinzugsgebiete ein hohes oder sehr hohes mögliches signifikantes Risiko einer Zielverfehlung berechnet (siehe Abbildung 6).

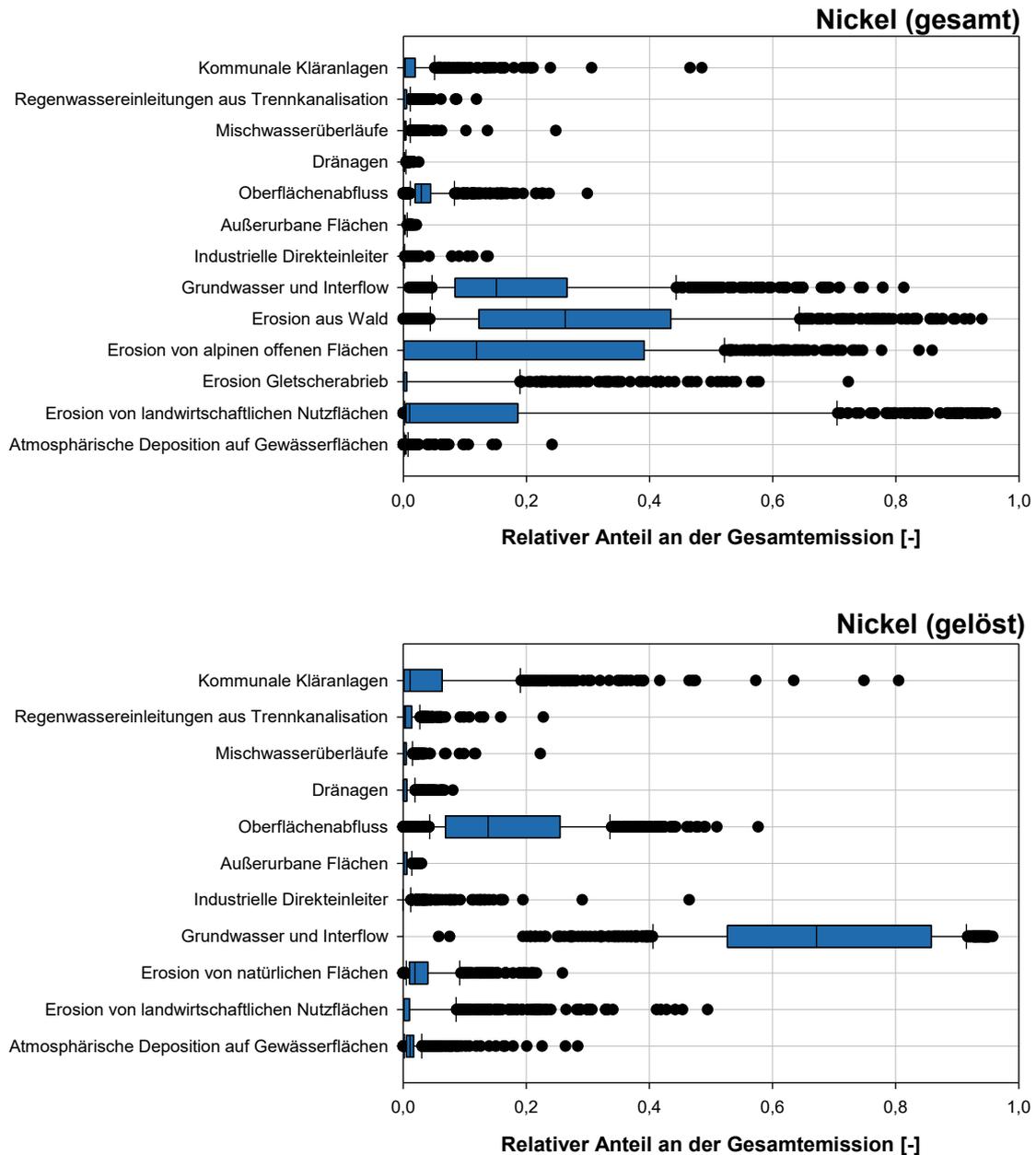
Abbildung 6: Kombinierte Risikobewertung für Nickel (BMNT, 2019a)



Bei der regionalspezifischen Pfadanalyse können die relativen Frachtbeiträge der Eintragungspfade am Gesamteintrag in Abhängigkeit von den Charakteristika der Untersuchungsgebiete stark schwanken. Als Haupteintragungspfade für Nickel (gesamt) sind in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik die Erosion aus dem Wald,

unterirdische Zustrom und der Erosion von alpinen offenen Flächen zu nennen (siehe Abbildung 7). Für Nickel (gelöst) sind die Haupteintragspfade der unterirdische Zustrom sowie der Oberflächenabfluss.

Abbildung 7: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analyse-gebiete für Nickel (BMNT, 2019a)



7.6.2 Grundwasser

Für Nickel war für den Auswertzeitraum 2017-2019 eine Gefährdung an insgesamt vier Messstellen festzustellen.

7.7 Zustand

7.7.1 Oberflächengewässer

Eine Zusammenfassung der Zustandsbewertung in Abhängigkeit vom Bewertungstyp (siehe Kapitel 2.3) enthält Tabelle 31.

Tabelle 31: Zustandsbewertung der Fließgewässer für Nickel in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge

Nickel und Nickelverbindungen	Zustand (in % der Gewässerlänge)	
	gut	nicht gut
Bewertungstyp A	4,8 %	<0,1 %
Bewertungstyp B	95,2 %	-
Bewertungstyp C	-	<0,1 %
Gesamt	>99,9 %	<0,1 %

In mehr als 99,9% der Gewässer wird ein guter chemischer Zustand betreffend Nickel ausgewiesen, in ca. 4,8% wird er durch Messungen bestätigt (Bewertungstyp A). Weniger als 0,1% der Gewässer (OWK 1001670003, Rechnitzbach; OWK 501330029, Retzer Altbach) weisen einen nicht guten chemischen Zustand betreffend Nickel und Nickelverbindungen auf.

Für alle 62 Seen wird betreffend Nickel und Nickelverbindungen ein guter chemischer Zustand ausgewiesen.

7.7.2 Grundwasser

Für den Auswertzeitraum 2017-2019 befinden sich keine Grundwasserkörper aufgrund einer Belastung durch Nickel im nicht guten chemischen Zustand.

7.8 Maßnahmen

7.8.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Zu Nickel und Nickelverbindungen gibt es viele Einträge in der ECHA Datenbank. Es werden daher die Einträge für Nickel (EG-Nr. 231-111-4, CAS-Nr. 7440-02-0) und Nickel und Verbindungen bearbeitet. Nickel und verschiedene Nickelverbindungen (z.B. CAS- Nr. 1313-99-1, 68511-62-6, u.v.m.) sind auch als Nanomaterialien auf dem EU- Markt in Umlauf und gelistet.

Registrierung: Nickel ist ein hochtonnagiger Stoff, der in den europäischen Markt im Mengen über 100.000 Tonnen pro Jahr hergestellt und/oder importiert wird. Für Nickel gibt es derzeit 192 aktive Registrierungen. Weiters sind eine Vielzahl an Stoffen registriert, die zu den Nickelverbindungen zählen.

Beschränkungen: Nickel (CAS-Nr. 7440-02-0) und seine Verbindungen fallen unter den Eintrag 27 des Anhang XVII von REACH. Es gilt:

1. Nickel und seine Verbindungen dürfen nicht verwendet werden in sämtlichen Stäben, die in durchstochene Ohren oder andere durchstochene Körperteile eingeführt werden, außer wenn die Nickelabgabe aus solchen Stäben unter $0,2 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{Woche}$ liegt (Migrationslimit), in Erzeugnissen, die dazu bestimmt sind, unmittelbar und länger mit der Haut in Berührung zu kommen, wie zum Beispiel Ohrringen, Halsketten, Armbändern und Ketten, Fußringen und Fingerringen, Armbanduhrgehäusen, Uhrarmbändern und Spannern, Nietknöpfen, Spangen, Nieten, Reißverschlüssen und Metallmarkierungen, wenn sie in Kleidungsstücken verwendet werden, sofern die Nickelfreisetzung von den Teilen dieser Erzeugnisse, die unmittelbar und länger mit der Haut in Berührung kommen, $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{Woche}$ übersteigt, sowie in bestimmten aufgeführten Erzeugnissen, die eine Nichtnickelbeschichtung haben, es sei denn, diese Beschichtung reicht aus, um sicherzustellen, dass die Nickelfreisetzung von den Teilen solcher Erzeugnisse, die unmittelbar und länger mit der Haut in Berührung kommen, $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{Woche}$ für einen Zeitraum von mindestens zwei Jahren normaler Verwendung des Erzeugnisses nicht übersteigen.

2. Erzeugnisse, für die Absatz 1 gilt, dürfen nicht in Verkehr gebracht werden, wenn sie nicht den Bestimmungen dieses Absatzes entsprechen.
3. Zum Nachweis der Vereinbarkeit der Erzeugnisse mit Absatz 1 und 2 sind als Testmethoden die vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) verabschiedeten Normen zu verwenden.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

Für Nickel gibt es im Anhang VI der CLP Verordnung zwei Einträge, die unter den Indizes 028-002-00-7 und 028-002-01-4 gelistet sind. Nickel (CAS-Nr. 7440-02-0) ist harmonisiert eingestuft (siehe Tabelle 32).

Tabelle 32: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Nickelpulver

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
028-002-01-4	231-111-4	7440-02-0	Nickelpulver (nickel powder) [Partikeldurchmesser <1mm]
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort
Skin Sens. 1	H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.	GHS08 
Carc. 2	H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen	
STOT RE 1	H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition	
Aquatisch Chronisch 3	H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.	GHS09  Gefahr

Verordnung der Bundesministerin für soziale Sicherheit und Generationen über das Verbot bzw. die Verwendungsbeschränkung bestimmter nickelhaltiger Gebrauchsgegenstände (Nickelverordnung) StF: BGBl. II Nr. 204/2000, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 297/2005

Nach §1 der Nickelverordnung ist es verboten, nickelhaltige Gebrauchsgegenstände, die nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Berührung kommen – wie Schmuck, Uhren (Gehäuse, Bänder, Spanner), Brillengestelle sowie Knöpfe, Nieten, Schnallen, Reißverschlüsse und Metallmarkierungen, wenn sie in Kleidungsstücken verwendet werden – in Verkehr zu bringen, sofern die Nickelfreisetzung von den Teilen dieser Gebrauchsgegenstände, die nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Berührung kommen, $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{Woche}$ Nickel übersteigt. Des Weiteren ist es nach §2 verboten, nickelhaltige Gebrauchsgegenstände gemäß §1 in Verkehr zu bringen, die eine Nichtnickelbeschichtung haben, es sei denn, diese Beschichtung reicht aus, um sicherzustellen, dass die Nickelfreisetzung von den Teilen dieser Gebrauchsgegenstände, die nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Berührung kommen, $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{Woche}$ Nickel für einen Zeitraum von mindestens zwei Jahren bestimmungsgemäßer Verwendung des Produkts nicht übersteigt. §3 der Nickelverordnung umfasst das Verbot der Inverkehrbringung von nickelhaltigen Ohrensteckern oder gleichartigen Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind, bis zur Ausheilung des Wundkanals im menschlichen Körper zu verbleiben. Ausgenommen sind hier aber jene, die homogen sind und deren Nickelgehalt unter 0,05% liegt.

Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über kosmetische Mittel

Nach Verordnung Nr. 1223/2009 sind Nickel (CAS-Nr. 7440-02-0) sowie die Nickel-Verbindungen Nickelmonoxid (CAS-Nr. 1313-99-1), Dinickeltrioxid (CAS- Nr. 1314- 06-3), Nickeldioxid (CAS-Nr. 12035-36-8), Trinickeldisulphid (CAS- Nr. 12035-72-2), Tetracarbonylnickel (CAS-Nr. 13463-39-3), Nickelsulfid (CAS-Nr. 16812-54-7), Nickeldihydroxid (CAS-Nr. 12054-48-7), Nickelcarbonat (CAS-Nr. 3333-67-3) und Nickelsulfat (CAS-Nr. 7786-81-4) in kosmetischen Mitteln verboten.

Verordnung (EU) 2019/1009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003

In Verordnung 2019/1009 zu EU-Düngerprodukten sind Grenzwerte für Nickel festgesetzt, die in unterschiedlichen Produkten nicht überschritten werden dürfen. Folgende Grenzwerte werden für die unterschiedlichen Produkte definiert: Organische, organisch-mineralische Düngemittel, organische Bodenverbesserungsmittel, Kultursubstrat und Pflanzen-Biosimulans 50 mg/kg Trockenmasse, Kalkdüngemittel 90 mg/kg Trockenmasse, anorganische Makronährstoff-Düngemittel und anorganische Bodenverbesserungsmittel 100 mg/kg Trockenmasse. In anorganischem Spurennährstoff-Düngemittel muss hinsichtlich der Nickelkonzentration ein Grenzwert von 2.000 mg/kg in Bezug auf den Gesamtgehalt der Spurennährstoffe (d.h. Bor, Kobalt, Kupfer, Eisen, Mangan, Molybdän und Zink) einhalten werden.

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes 1994 erlassen werden (Düngemittelverordnung 2004), StF: BGBl. II Nr. 100/2004, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 71/2019

Nach der österreichischen Düngemittelverordnung gelten folgende Schwermetall-Frachtenregelungen: Düngemittel, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsmittel dürfen nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn folgende Schwermetallfrachten gemäß der in der Kennzeichnung angegebenen maximalen Aufwandmenge auf landwirtschaftlichen Nutzflächen nicht überschritten werden:

- 400 g/ha Nickel in einem Zeitraum von zwei Jahren
- 200 g/ha Nickel in einem Zeitraum von einem Jahr

Des Weiteren gelten für Nickel folgende Grenzwerte: 100 mg/kg TM für Düngemittel, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsmittel, 100 mg/kg P₂O₅ für mineralische Düngemittel mit mehr als 5% P₂O₅, und 70 mg/kg TM für Kultursubstrate.

Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates

In Anhang II der Verordnung sind für Nickel und seine Verbindungen (als Ni, Gesamtmenge) folgende Schwellenwerte für die Freisetzung festgelegt: 50 kg/Jahr in die Luft, 20 kg/Jahr in Gewässer sowie 20 kg/Jahr in den Boden. Betreiber von

Betriebseinrichtungen, in denen eine oder mehrere der in Anhang I der Richtlinie beschriebenen Tätigkeiten durchgeführt werden und in denen die in Anhang I festgelegten Kapazitätsschwellenwerte überschritten werden, müssen laut Artikel 5 der Richtlinie ihren zuständigen Behörden jährlich Freisetzungen in Luft, Wasser und Boden mitteilen, wenn die im Anhang II festgelegten Schwellenwerten überschritten werden. In Österreich haben drei Betreiber von Betriebseinrichtungen für 2017 Nিকেmissionen in die Luft über dem Schwellenwert gemeldet (aus Metallerzeugung), 15 Betreiber Nিকেmissionen in das Wasser.

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Für Emissionen in das Abwasser liegen in den BVT Schlussfolgerungen folgende BAT-AEL vor:

- Eisen und Stahl:
Sinteranlagen – Summe an Schwermetallen (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn): $\leq 0,1$ mg/L,
Pelletieranlagen – Summe an Schwermetalle (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn): $\leq 0,55$ mg/L, Abwasser aus Stranggussanlagen: 0,5 mg/L
- Großfeuerungsanlagen: Einleitungen von Schadstoffen aus der Abgasbehandlung in ein Aufnahmegewässer: 10-50 $\mu\text{g/L}$
- Glasherstellung: $< 0,5$ mg/L
- Mineralöl und Gasraffinerien: 0,005-0,1 mg/L
- Nichteisenmetalle: 0,5 mg/L (Kupfer-, Blei-, Zinnherstellung, Herstellung von Edelmetallen), 0,1 mg/L (Zink-, Cadmiumherstellung), 2,0 mg/L (Nickel-, Kobaltherstellung, Herstellung von Ferrolegierungen)
- Abfallbehandlung: 0,05-0,5 mg/L für die mechanische Behandlung von metallischen Abfällen im Schredder, die Behandlung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten, die VFC und/oder VHC enthalten, die mechanisch-biologische Abfallbehandlung, die erneute Raffination von Altöl, die chemisch-physikalische Behandlung von heizwertreichen Abfällen, die chemisch-physikalische Behandlung von festen und/oder pastösen Abfällen, die Regenerierung verbrauchter Lösemittel, die Bodenwäsche von ausgehobenen kontaminierten Böden mit Wasser und 0,05-1 mg/L für die Behandlung von wasserbasierten flüssigen Abfällen
- Abfallverbrennung: 0,03-0,15 mg/L (Direkt- und Indirekteinleitungen von Abwässern aus der Abgasreinigung)

- Einheitliche Abwasser-/ Abgasbehandlung und einheitliche Abwasser-/Abgasmanagementsysteme in der Chemiebranche: 5,0-50 µg/L (Direkteinleitung ins Gewässer)

Die BVT Schlussfolgerungen Großfeuerungsanlagen geben für die Summe von Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Vanadium und ihren Verbindungen (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V) bei der Verbrennung von Stein- und/oder Braunkohle einen BAT-AEL in die Luft von 0,005-0,5 mg/Nm³ bei Feuerungsleistungen unter 300 MWth und von 0,005-0,2 mg/Nm³ bei einer Feuerungsleistung über 300 MWth an. Bei der Verbrennung von fester Biomasse und/oder Torf ist für Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V der BAT-AEL von 0,075-0,3 mg/Nm³ einzuhalten. Für Kombinierte Gas- und Dampfturbinen-Prozesse mit integrierter Vergasung ist weiters für Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V ein BAT-AEL von 0,025 mg/Nm³ für entstehende Staub- und partikelgebundene Metallemissionen in die Luft einzuhalten. In den BVT Schlussfolgerungen Abfallverbrennung wird für die Emission von Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V aus der Abfallverbrennung in die Luft ein BAT-AEL von 0,01-0,3 mg/Nm³ angegeben. Die BVT-Schlussfolgerungen Nichteisenmetalle sieht für die Emissionen von Nickel aus der atmosphärischen Laugung oder der Drucklaugung in die Luft sowie aus der Nickelstein-Raffination einen BAT-AEL von 1 mg/Nm³ vor. Die BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Zement, Kalk und Magnesiumoxid legen für Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V im Abgas der Ofenfeuerung einen BAT-AEL von 0,5 mg/Nm³ fest.

In Anhang VI der IE-RL (Technische Bestimmungen für Abfallverbrennungs- und Abfallmitverbrennungsanlagen) wird ein Emissionsgrenzwert für Ableitungen von Abwasser aus der Abgasreinigung für Nickel und Nickelverbindungen (als Ni) festgelegt (0,5 mg/L). Darüber hinaus werden in Anhang VI Emissionsgrenzwerte für die Summe aus Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V für Abfallverbrennungs- und Abfallmitverbrennungsanlagen in die Luft festgelegt (0,5 mg/Nm³).

Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL), Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und Richtlinie 2013/39/EU zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik

In Anhang X (Liste der prioritären Stoffe im Bereich der Wasserpolitik) der WRRL ist Nickel als prioritärer Stoff eingestuft. Gemäß WRRL muss die Wasserverschmutzung durch die Einleitung prioritärer Stoffe schrittweise reduziert werden.

Emissionsregisterverordnung 2017 (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017 idgF)

Im Emissionsregister EMREG-OW werden relevante Emissionen prioritärer Stoffe erfasst. Da Nickel ein prioritärer Stoff ist, wird er in EMREG-OW auf der Basis von Messungen erfasst. Zudem ist Nickel häufig in wasserrechtlichen Bewilligungen geregelt und wird somit regelmäßig überwacht. Diese Überwachungsdaten sind jährlich zu berichten.

Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996 idgF) und branchenspezifische Abwasseremissionsverordnungen

Nickel wird in zahlreichen AEV begrenzt:

- AAEV - Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996)
- AEV 3.2 - Textilveredelung und -behandlung (BGBl. II Nr. 269/2003 idgF)
- AEV 4.1 - Kühlsysteme und Dampferzeuger (BGBl. II Nr. 266/2003 idgF)
- AEV 4.2 - Verbrennungsgas (BGBl. II Nr. 271/2003 idgF)
- AEV 4.5 - Wasch- und Chemischreinigungsprozesse (BGBl. II Nr. 267/2003 idgF)
- AEV 4.6 - Abluftreinigung (BGBl. II Nr. 218/2000 idgF)
- AEV 5.9 - Öle und Fette (BGBl. Nr. 1079/1994 idgF)
- AEV 6.2 - Glasindustrie (BGBl. Nr. 888/1995 idgF)
- AEV 6.3.1 - Petrochemie (BGBl. II Nr. 7/1999 idgF)
- AEV 6.3.2 - anorganische Pigmente (BGBl. II Nr. 6/1999 idgF)
- AEV 6.3.4 - Pharmazeutika (BGBl. II Nr. 212/2000 idgF)
- AEV 6.3.6 - Kleb- und Anstrichstoffe (BGBl. II Nr. 5/1999 idgF)
- AEV 6.3.8 - Pflanzenschutzmittel (BGBl. Nr. 668/1996 idgF)
- AEV 6.3.9 - technische Gase (BGBl. Nr. 670/1996 idgF)
- AEV 6.3.10 - Schmier- und Gießereimittel (BGBl. II Nr. 216/2000 idgF)
- AEV 6.3.12 - Soda (BGBl. Nr. 92/1996 idgF)
- AEV 6.3.13 - Chlor-Alkali-Elektrolyse (BGBl. Nr. 672/1996 idgF)
- AEV 6.3.15 - Anorganische Chemikalien (BGBl. II Nr. 273/2003 idgF)
- AEV 6.3.16 - Organische Chemikalien (BGBl. II Nr. 272/2003 idgF)
- AEV 6.4 - Oberflächenbehandlung (BGBl. II Nr. 44/2002 idgF)
- AEV 6.5 - Erdölverarbeitung (BGBl. II Nr. 344/1997 idgF)

- AEV 6.6 - Halbleiterbauelemente (BGBl. II Nr. 213/2000 idgF)
- AEV 7 - Druck - Foto (BGBl. II Nr. 45/2002 idgF)
- AEV 8.1 - Nichteisen - Metallindustrie (BGBl. Nr. 889/1995 idgF)
- AEV 8.2 - Eisen - Metallindustrie (BGBl. II Nr. 345/1997 idgF)
- AEV 8.4 - Industrieminerale (BGBl. II Nr. 347/1997 idgF)
- AEV 9 - Fahrzeugtechnik (BGBl. II Nr. 265/2003 idgF)
- AEV 11 - Gentechnik (BGBl. II Nr. 350/1997 idgF)
- AEV 12.1 - Deponiesickerwasser (BGBl. II 263/2003 idgF)
- AEV 12.2 - Abfallbehandlung (BGBl. II Nr. 9/1999 idgF)

Indirekteinleitungsverordnung (IEV, BGBl. II Nr. 222/1998 idgF)

Für Nickel legt Anlage B der IEV einen Schwellenwert von 1 g/d fest. Wird dieser Schwellenwert überschritten, bedarf die Einleitung in eine öffentliche Kanalisation einer wasserrechtlichen Bewilligung (§3 IEV).

Richtlinie 98/83/EG über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

Die Trinkwasserrichtlinie (Richtlinie 98/83/EG) setzt für Nickel einen Grenzwert von 20 µg/L fest. Dieser Grenzwert wurde auch in die österreichische Trinkwasserverordnung (BGBl. II Nr. 304/2001 idgF) übernommen.

Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (Klärschlamm-Richtlinie)

Diese Richtlinie bezweckt, die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft so zu regeln, dass schädliche Auswirkungen auf Böden, Vegetation, Tiere und Menschen verhindert und zugleich eine ordnungsgemäße Verwendung von Klärschlamm gefördert werden. Dabei setzt die Richtlinie Grenzwerte für Böden, auf die der Klärschlamm aufgebracht werden soll (Nickel: 30-75 mg/kg Trockensubstanz) sowie Grenzwerte für Schadstoffe in Klärschlämmen, die in der Landwirtschaft verwendet werden sollen (Nickel: 300-400 mg/kg Trockensubstanz oder 3 kg/ha/a).

Verordnung der Oö. Landesregierung betreffend Bodengrenzwerte (Oö. Bodengrenzwerte-Verordnung 2006), LGBl. Nr. 50/2006 idgF

Nach der oberösterreichischen Bodengrenzwerte-Verordnung ist für Nickel ein Vorsorgewert von 60 mg/kg luftgetrocknetem Boden, eine zulässige jährliche Schadstofffracht über alle Eintragspfade von 100 g/ha zulässige jährliche Fracht sowie ein Prüfwert von 100 mg/kg luftgetrocknetem Boden festgesetzt.

Verordnung der Oö. Landesregierung über die Ausbringung von Klärschlamm auf Böden (Oö. Klärschlammverordnung 2006), LGBl. Nr. 62/2006 idgF

Für Klärschlamm, der auf Böden ausgebracht werden soll ist nach der Oö. Klärschlammverordnung gemäß des Oö. Bodenschutzgesetzes 1991 für Nickel ein Grenzwert von 80 mg/kg Trockensubstanz festgelegt. Für Böden, auf die Klärschlamm ausgebracht werden soll, ist ein Nickel-Grenzwert von 60 mg/kg luftgetrocknetem Boden festgesetzt.

Nö. Klärschlammverordnung, LGBl. 6160/2-0 idgF

Basierend auf der niederösterreichischen Klärschlammverordnung sind Böden, auf die erstmalig eine Ausbringung von Klärschlamm erfolgen soll, auf Nickel im Oberboden zu untersuchen. Für Verträglichkeitsgutachten ist ein zulässiger Grenzwert von 50 mg/kg Trockensubstanz für Nickel festgesetzt.

Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung über die Aufbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Böden (Steiermärkische Klärschlammverordnung 2007), LGBl. Nr. 89/2007 idgF

Nach der Steiermärkischen Klärschlammverordnung darf der Grenzwert für Nickel von 60 mg/kg Trockensubstanz im Klärschlamm nicht überschritten werden. Für landwirtschaftliche Böden liegt der Grenzwert bei 60 mg/kg Nickel lufttrockenen Feinboden. Des Weiteren dürfen jährlich auf landwirtschaftliche Böden (alternativ dazu: und Klärschlammkompost) höchstens folgende Frachten an Nickel über Klärschlamm aufgebracht werden: 150 g/ha auf Ackerland sowie 125 g/ha auf Grünland.

Verordnung der Burgenländischen Landesregierung über die Aufbringung von Klärschlamm und Müllkompost auf landwirtschaftlichen Böden (Bgl. Klärschlamm- und Müllkompostverordnung), LGBl. Nr. 82/1991 idgF

Basierend auf der burgenländischen Klärschlamm- und Müllkompostverordnung gilt im Burgenland für Klärschlamm, der auf landwirtschaftliche Böden aufgebracht werden soll, dass der festgesetzte Grenzwert für Nickel nicht um mehr als 10% überschritten werden darf. Bei einer Überschreitung muss der Mittelwert des Nickelgehalts der letzten drei Untersuchungen unter den folgenden Grenzwerten liegen: 60 mg Ni/kg Trockensubstanz für die Güteklasse I sowie 100 mg Ni/kg Trockensubstanz für die Güteklasse II.

In Müllkompost, welcher auf landwirtschaftlichen Böden aufgebracht werden soll, darf der angegebene Grenzwert nicht um mehr als 10% überschritten werden, wobei bei einer derartigen Überschreitung der Mittelwert des Nickelgehalts der letzten drei Untersuchungen unter den folgenden Grenzwerten liegen muss: 42 mg Ni/kg Trockensubstanz für die Güteklasse I sowie 100 mg Ni/kg Trockensubstanz für die Güteklasse II.

Der Grenzwert für Nickel in Boden (Aufbringung von Klärschlamm oder Müllkompost) liegt bei 60 mg/kg Trockensubstanz.

Auf landwirtschaftliche Böden darf jährlich höchstens folgende Frachten an Nickel über Klärschlamm aufgebracht werden: 250 g/ha für Ackerland sowie 125 g/ha Wiesen und Weiden. Die zulässigen Jahresfrachten können verdoppelt werden, wenn im vorangegangenen Jahr eine Klärschlammaufbringung unterblieben ist.

Verordnung der Landesregierung (Vorarlberg) zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz der Bodenqualität (Bodenqualitätsverordnung), LGBl. Nr. 77/2018 idgF

Die Bodenqualitätsverordnung des Landes Vorarlberg setzt für Nickel im Boden einen Grenzwert von 120 mg/kg TM fest. Als Vorsorgewert gilt ein Gehalt von 60 mg/kg TM, was bedeutet, dass wenn der Nickelgehalt des Bodens diesen Wert überschreitet, die Ausbringung von Materialien auf diesen Boden nur noch eingeschränkt nach bestimmten Bestimmungen zulässig ist. Weiters darf sich bei der Untersuchung von allen zur Ausbringung auf den Boden bestimmten Materialien, ausgenommen Klärschlammkompost, keine Überschreitung des Grenzwertes von 60 mg Nickel/kg TM ergeben. Zur Herstellung von zur Ausbringung auf den Boden bestimmtem

Klärschlammkompost darf nur biologisch stabilisierter Klärschlamm verwendet werden, bei dem die jeweils letzte Untersuchung keine Überschreitung eines Grenzwertes für Nickel von 60 mg/kg TM ergeben hat. Bei der Untersuchung des Klärschlammkompostes darf ein Grenzwert für Nickel von 60 mg/kg TM nicht überschritten werden.

Verordnung der Landesregierung (Vorarlberg) über die Ausbringung von Klärschlamm, LGBl. Nr. 75/1997 idgF

Basierend auf der Vorarlberger Verordnung über die Klärschlammausbringung darf zur Herstellung von Klärschlammdünger nur biologisch stabilisierter Klärschlamm von Abwasserreinigungsanlagen verwendet werden, bei denen die Untersuchung des Klärschlammes keine Überschreitung des Grenzwertes für Nickel von 100 mg/kg TM ergeben hat. Des Weiteren darf Klärschlammdünger auf Flächen nicht ausgebracht werden, deren Boden im Hinblick auf seine physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften für die Ausbringung von Klärschlamm nicht geeignet ist. Dies ist insbesondere der Fall, wenn der Oberboden nur eine geringe Bindungsstärke in Bezug auf Schwermetalle oder organische Schadstoffe aufweist oder wenn mit einer erheblichen Beeinträchtigung des Grundwassers durch diese Stoffe zu rechnen ist, und der Gehalt des Bodens an Nickel nicht den Grenzwert von 60 mg/kg lufttrockener Boden überschreitet.

Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom (14. Juni 2006) über die Verbringung von Abfällen

Teil 1 Liste B (Anlage IX des Basler Übereinkommens) enthält spezifische Bestimmungen zu Nickel. Diese Liste führt Abfälle an, die nicht vom Basler Übereinkommen erfasst werden und deshalb nicht unter das Ausfuhrverbot fallen. Dennoch können Abfälle, welche in Teil 1 Liste B fallen unter bestimmten Bedingungen, z.B. wenn eine umweltgerechte Verwertung verhindert wird, unter ein Ausfuhrverbot fallen.

Verordnung über natürliche Mineralwässer und Quellwässer (Mineralwasser- und Quellwasser-verordnung), BGBl. II Nr. 309/1999, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 500/2004

Nach der Mineralwasser- und Quellwasserverordnung ist für Nickel als Grenzwert für natürlich vorkommende Bestandteile in natürlichen Mineralwässern 0,02 mg/L festgesetzt.

Verordnung (EU) 2020/1245 der Kommission vom 2. September 2020 zur Änderung und Berichtigung der Verordnung (EU) Nr. 10/2011 über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen

Die Verordnung Nr. 10/2011 (Kunststoffverordnung), geändert durch Verordnung Nr. 2020/1245 umfasst spezifische Vorschriften bezüglich Materialien und Gegenständen aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Für Nickel ist als Migrationsgrenzwert (Grenzwert für einen Stoff, der aus Materialien und Gegenständen aus Kunststoff migriert) ein SML von 0,02 mg/kg Lebensmittel oder Lebensmittelsimulanz festgesetzt.

Verordnung über die Verbrennung von Abfällen (Abfallverbrennungsverordnung – AVV), BGBl. II Nr. 389/2002, zuletzt geändert BGBl. I Nr. 127/2013

Für die Summe der Elemente Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Vanadium, Zinn und ihrer Verbindungen (Σ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) wird für Abfall- und Abfallmitverbrennungsanlagen ein Emissionswert von 0,5 mg/m³ trockenes Abgas und bezogen auf 11% Sauerstoff (Mittelwerte über einen Zeitraum von 0,5 bis 8 Stunden) angegeben.

Richtlinie 2009/48/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Sicherheit von Spielzeug, zuletzt geändert durch Richtlinie 2018/725 (vom 16. Mai 2018); Verordnung des Bundesministers für Gesundheit über die Sicherheit von Spielzeug (Spielzeugverordnung 2011) StF: BGBl. II Nr. 203/2011, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 387/2019

Richtlinie 2009/48/EG (Spielzeug-Richtlinie) setzt unterschiedliche Maßnahmen für Spielzeuge fest. Die Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht erfolgt durch die Spielzeugverordnung 2011. Nach dieser sind für Nickel als Grenzwerte 75 mg/kg in trockenen, brüchigen, staubförmigen oder geschmeidigen Spielzeugmaterialien, 18,8 mg/kg in flüssigen oder haftenden Spielzeugmaterialien sowie 930 mg/kg in abgeschabten Spielzeugmaterialien festgesetzt. Dabei handelt es sich um Migrationsgrenzwerte von Spielzeug oder Spielzeugbestandteilen, die nicht überschritten werden dürfen.

ÖPUL – österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft

Der Haupteintrag von Nickel (Gesamtgehalt) in die Gewässer erfolgt über die Erosion. Flächendeckende Maßnahmen zur Erhaltung von Dauergrünland und Strukturelementen (Verpflichtung zur Erhaltung von Dauergrünland, Anlage von Biodiversitätsflächen und Erhaltung von Landschaftselementen, Anlage und Pflege von ökologisch wertvollen Flächen), Erosionsschutzmaßnahmen (Begrünung von Ackerflächen im Sommer und Winter, Erosionsschutzmaßnahmen Obst, Wein und Hopfen, bodennahe Gülleausbringung, Mulch- und Direktsaat) sowie die Anlage von dauerhaften Begrünungsmischungen auf besonders auswaschungsgefährdeten Ackerflächen bzw. Uferrandstreifen stellen bestehende Maßnahmen dar, die den diffusen Stoffeintrag in die Gewässer verringern.

Weitere gesetzliche Regelungen:

- Abfall:
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Behandlungspflichten von Abfällen (Abfallbehandlungspflichtenverordnung) StF: BGBl. II Nr. 459/2004, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 102/2017
 - Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom (14. Juni 2006) über die Verbringung von Abfällen
- Altlasten:
 - Bundesgesetz vom 7. Juni 1989 zur Finanzierung und Durchführung der Altlastensanierung (Altlastensanierungsgesetz) StF: BGBl. Nr. 299/1989, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 104/2019
- Batterien und Akkumulatoren:
 - Verordnung (EU) Nr. 493/2012 der Kommission vom 11. Juni 2012 mit Durchführungsbestimmungen zur Berechnung der Recyclingeffizienzen von Recyclingverfahren für Altbatterien und Altakkumulatoren gemäß der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates
 - Verordnung (EU) Nr. 1103/2010 der Kommission vom 29. November 2010 zur Festlegung — gemäß der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates — von Vorschriften für die Angabe der Kapazität auf sekundären (wiederaufladbaren) Gerätebatterien und -akkumulatoren sowie auf Fahrzeugbatterien und -akkumulatoren

- Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie vom 19. Juli 1990 über die Rücknahme und Schadstoffbegrenzung von Batterien und Akkumulatoren, StF: BGBl. Nr. 514/1990, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 159/2008
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von Altbatterien und -akkumulatoren (Batterienverordnung) StF: BGBl. II Nr. 159/2008, geändert durch BGBl. II Nr. 109/2015
- Deponien:
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008 – DVO 2008) StF: BGBl. II Nr. 39/2008, zuletzt geändert BGBl. II Nr. 291/2016
- Luft:
 - Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl, StF: BGBl. II Nr. 160/1997, zuletzt geändert BGBl. II Nr. 54/2016
 - Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz – Luft, IG-L) StF: BGBl. I Nr. 115/1997, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 73/2018
- Recycling-Baustoffe:
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung – RBV) StF: BGBl. II Nr. 181/2015, geändert durch BGBl. II Nr. 290/2016
- Ökologische/biologische Erzeugnisse:
 - Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/ biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/ biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/ biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle

7.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen

Die Ergebnisse der Modellierung im Zuge des Projektes STOBIMO Spurenstoffe zeigen, dass der Eintrag von gelöstem Nickel in die Gewässer sich vor allem durch Erosionsschutzmaßnahmen und durch die Reduktion der atmosphärischen Deposition, die sich auf mehrere Emissionspfade (z.B. Oberflächenabfluss von nicht-versiegelten Flächen) auswirkt, reduzieren lässt.

8 Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)

8.1 Übersicht

Perfluoroktansulfonsäure (oder auch Perfluoroktansulfonat) (PFOS) ist ein synthetisch hergestellter Stoff. PFOS gehört zur Gruppe der per- und polyfluorierten alkylierten Substanzen (PFAS), bei welchen in der chemischen Struktur die Wasserstoffatome durch Fluoratome gänzlich oder teilweise ersetzt sind. Die gesamte Gruppe der PFAS besteht aus mehr als 4.700 derzeit bekannten Verbindungen (OECD, 2020). PFOS selbst ist ein langkettiges nicht-polymeres PFAS der Gruppe der Sulfonsäuren innerhalb der Perfluoralkylsäuren (UBA, 2015) und besitzt eine anionische Endgruppe (EFSA, 2020b). Aufgrund ihrer chemischen Struktur hat PFOS einzigartige Eigenschaften: Die Verbindung hat eine hohe thermische und chemische Stabilität und ist sowohl fett- als auch wasser- und schmutzabweisend. Wegen dieser besonderen Eigenschaften erfolgt bzw. erfolgte der Einsatz von PFOS seit den 1950er-Jahren in vielen Bereichen der Industrie (z.B. in der Galvanik, der Foto- und der Halbleiterindustrie), verschiedensten Anwendungen (z.B. in Feuerlöschschäumen), aber auch in herkömmlichen Konsumprodukten (z.B. Imprägniermittel für Teppiche und Möbelleder, Papierbeschichtungen, (Outdoor-) Bekleidung) (Buck et al. 2011, EFSA, 2018, Whang et. 2014).

Bei der Herstellung, aber auch bei der Anwendung oder bei der Entsorgung von PFOS-haltigen Produkten kann die Substanz in die Umwelt gelangen. Die extreme chemische Stabilität und die besonderen Eigenschaften von PFOS sind zwar von großem Vorteil im Gebrauch, können aber in weiterer Folge auch zu Problemen in der Umwelt führen. So ist PFOS sehr persistent und bioakkumulierend und kann weltweit auch in entlegenen Gebieten in verschiedenen Umweltkompartimenten sowie Biota einschließlich dem Menschen nachgewiesen werden (ECHA, 2020e).

Tierversuchsstudien haben gezeigt, dass PFOS im Organismus lebertoxische, krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende Wirkungen haben kann. Zusätzlich weisen epidemiologische Untersuchungen unter anderem auf Zusammenhänge mit Leberschädigungen, Schilddrüsenerkrankungen, erhöhtes Asthmarisiko und Bluthochdruck hin (EFSA, 2020b).

Nach CLP-Verordnung ist PFOS als reproduktionstoxisch und möglicherweise kanzerogen eingestuft (ECHA, 2020f). Aufgrund ihrer PBT-Eigenschaften erfüllt PFOS die Kriterien der Stockholm-Konvention für persistente organische Schadstoffe und wurde 2009 in die Liste der beschränkten Chemikalien aufgenommen (Stockholm Convention, 2020). PFOS wird in der Richtlinie 2013/39/EU (UQN-Richtlinie) als prioritär gefährlicher Stoff nach Artikel 16 der Richtlinie 2000/60/EWG (WRRL) identifiziert. Für diese Stoffe sieht die Richtlinie vor, dass Einleitungen, Emissionen und Verluste in die aquatische Umwelt zu beenden oder schrittweise einzustellen sind. Zudem ist PFOS nach Richtlinie 2019/39/EU bzw. GZÜV, Anlage 2 als **ubiquitärer PBT** (persistenter, bioakkumulierender und toxischer) Stoff angeführt.

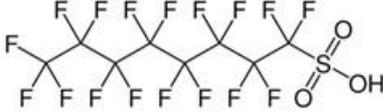
Des Weiteren existieren für PFOS eine Reihe von unterschiedlichen weiteren Beschränkungen und Verboten auf nationaler und internationaler Ebene.

8.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten

Tabelle 33 fasst die Stoffeigenschaften von PFOS zusammen.

Tabelle 33: Stoffeigenschaften von PFOS (Quellen: ECHA, 2020a; Europäische Kommission, 2011f)

Name	Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)
CAS Nummer	1763-23-1 (Säure) 45298-90-6 (Anion) 2795-39-3 (Kaliumsalz) 29081-56-9 (Ammoniumsalz) 29457-72-5 (Lithiumsalz) 70225-39-5 (Diethanolaminsalz) 56773-42-3 (Tetraethyl-Ammoniumsalz) 251099-16-8 (Didecyldimethyl-Ammoniumsalz)
EG Nummer	217-179-8 (Säure) 220-527-1 (Kaliumsalz) 249-415-0 (Ammoniumsalz) 249-644-6 (Lithiumsalz)
Summenformel	C ₈ F ₁₇ SO ₂ X (allgemeine Summenformel) C ₈ F ₁₇ SO ₃ ⁻ (Anion) C ₈ F ₁₇ SO ₃ H (Säure) C ₈ F ₁₇ SO ₃ K (Kaliumsalz)

Name	Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)
Molekulargewicht in g/mol	500 (Säure) 538 (Kaliumsalz)
Strukturformel (Säure)	
Wasserlöslichkeit in mg/L	519 bei 20°C 570 in reinem Wasser 370 in Frischwasser 12,4 bei 22-23°C in Meerwasser
Schmelzpunkt	≥400°C (Säure)
Siedepunkt	Nicht bekannt
Fettlöslichkeit als log K_{ow}	Nicht verfügbar
Sorptionsverhalten als K_{oc}	66
Bioakkumulation in aquatischen Organismen als BCF in L/kg	2796 (Fisch)
Toxizität als NOEC in Frischwasser in mg/L	<0,01 (<i>Oryzia latipes</i> / 14d)
Flüchtigkeit als Dampfdruck in Pa (25°C)	0,00033
Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit als Henry-Konstante in Pa.m³/mol (25°C)	0,00032

PFOS kann über unterschiedliche Quellen in die Umwelt gelangen, aber auch durch mikrobiellen Abbau bzw. durch die Verstoffwechslung in größeren Organismen aus einer großen Anzahl verschiedener Vorläufersubstanzen gebildet werden. Diese sind zumeist Polymere, in welchen PFOS ein Teil der Struktur ist. In Modellierungen, die einen mikrobiellen Abbau simulieren, zeigte sich ein Abbau einer großen Anzahl an PFAS zu extrem persistenten perfluorierten Säuren – insbesondere zu Sulfonsäuren wie PFOS (Europäische Kommission, 2011f; UNEP, 2006, 2007, 2008).

Der abiotische Abbau von PFOS durch z.B. Hydrolyse und Photolyse ist unter natürlich vorkommenden Bedingungen sehr schlecht, da die Substanz extrem persistent ist. Die Halbwertszeit in Wasser durch Hydrolyse (bei 25 °C) wird auf mehr als 41 Jahre geschätzt. Hinweise auf einen nennenswerten abiotischen Abbau durch Photolyse liegen ebenfalls nicht vor; die berechnete Halbwertszeit liegt bei mehr als 3,7 Jahren. Auch ein biotischer Abbau findet weder unter aeroben noch unter anaeroben Bedingungen in nennenswertem Ausmaß statt (Europäische Kommission, 2011f).

PFOS weist ein hohes Bioakkumulationspotenzial auf. Allerdings ist PFOS aufgrund der sowohl hydrophoben als auch lipophoben Eigenschaften nicht „klassisch“ bioakkumulativ, wie für die meisten POP üblich, sondern hat einen anderen Bindungsmechanismus. PFOS bindet im Organismus bevorzugt an Plasmaproteine wie Albumin und β -Lipoproteine sowie an bestimmte Leberproteine. Im Hinblick auf die Anreicherung in Fischen wurde für den Blauen Sonnenbarsch ein Bioakkumulationsfaktor von 2.796 L/kg ermittelt. Bei Regenbogenforellen wurden Werte zwischen 690 L/kg (Skelett) und 3.100 L/kg (Blut) errechnet (jeweils bezogen auf die Konzentration im Wasser). Für Regenwürmer wird ein Bioakkumulationsfaktor von 60,5 L/kg angegeben (bezogen auf Testsubstrat bzw. Boden). PFOS wird über die Nahrungskette stark anreichert. Auf Grundlage des genannten Bioakkumulationsfaktors für den Blauen Sonnenbarsch wurde ein Biomagnifikationsfaktor von 5 berechnet, der sowohl für die Akkumulation von Fischen hin zu größeren Fischen als auch für die Akkumulation von großen Fischen hin zu Säugetieren und Vögeln gilt (Europäische Kommission, 2011f; UNEP, 2006, 2007, 2008).

8.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag

8.3.1 Produktion und Verwendung

Die Produktion von PFAS begann in den 1950er-Jahren, wobei der Hauptherstellungsprozess von PFOS und ihren Vorläufersubstanzen die elektrochemische Fluorinierung umfasst. In den nachfolgenden Dekaden stiegen das Produktionsvolumen und der Verbrauch stetig an und fanden im Jahr 2000 ihren Höhepunkt. Zu dieser Zeit war die Firma 3M führender Hersteller von PFOS, von Perfluoroktansäure (PFOA) sowie ihren Vorläufersubstanzen mit Standorten in den USA und in Belgien. Auch in Italien wurde PFOS hergestellt. Eine weitere relevante Herstellerfirma ist Du-Pont. In der öffentlich zugänglichen Literatur gibt es nur wenige Daten zur Herstellung von PFOS. Die verfügbaren Zahlen zeigen, dass die berechnete weltweite PFOS-Produktion zwischen 1970 und 2002 bei gesamt ca. 122.500 Tonnen gelegen hat, wobei 26.500 Tonnen davon als Abfälle bei der Herstellung anfielen. Basierend auf von 3M veröffentlichten Zahlen nahm das Produktionsvolumen von PFOS von 3.535 Tonnen im Jahr 2000 auf 175 Tonnen im Jahr 2001 ab. Im Jahr 2002 stellte 3M die Herstellung von PFOS auf freiwilliger Basis komplett ein (EFSA, 2018; Emerging Contaminants, 2016). Eine im Jahr 2006 von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) veröffentlichte Studie zeigte, dass im Jahr 2005 zwischen 74 und 175 Tonnen PFOS (Summe an PFOS und PFOS-haltigen Produkten) hergestellt oder importiert wurden (EFSA, 2018). PFAS werden

derzeit noch in Deutschland, Italien und in China hergestellt (Emerging Contaminants, 2016). In Österreich wird PFOS nicht produziert.

PFOS ist fett- und wasserabweisend und aufgrund der starken Kohlenstoff-Fluor-Bindung auch bei sehr hohen Temperaturen und im Kontakt mit Säuren und Basen sehr stabil (UNEP, 2006). Produkte bzw. Anwendungsbereiche von PFOS sind bzw. waren unter anderem Farben, Leder- und Textilbeschichtungen, (Outdoor-)Kleidung, Schuhe, Teppiche, Papier und Verpackungen, Skiwachs, Boden- und Autopflegemittel, Hydraulikflüssigkeit, Antischleiermittel bei der Hartverchromung, Korrosionsschutzmittel und Feuerlöschschäume, Beschichtungen und Beschichtungsmittel, Reinigungsmittel, Pestizide und Insektizide, in der Fotografie, der Halbleiterherstellung und der Photolithographie. PFOS wird/wurde in unterschiedlichen industriellen Branchen eingesetzt. Dazu zählen Galvanikprozesse, Feuerlöschmittel (bis 2011), die Fotoindustrie (nur noch bei der Herstellung von Foto-Negativen; Fotopapier und Fotoplaten sind mittlerweile frei von PFOS, in Österreich erhältliches Fotomaterial (Filmnegative, Röntgenfilme) können nach wie vor PFOS enthalten, da es zum Großteil importiert wird und PFOS noch in einigen Fotomaterialien verwendet wird), Hydraulikflüssigkeiten in Flugzeugen und die Halbleiterindustrie.

Generell haben PFAS mit acht Kohlenstoffatomen wie PFOS lange die Produktion und die Verwendung dominiert. Aufgrund verschiedener nationaler und internationaler gesetzlicher Regelungen zu PFOS und auch zu PFOA sowie deren potentiellen Vorläufersubstanzen nahmen die Herstellung und der Einsatz ab, wohingegen andere PFAS, besonders mit Kettenlängen zwischen vier und 18 Kohlenstoffatomen, vermehrt eingesetzt werden (EFSA, 2018).

8.3.2 Eintrag in die Umwelt

PFOS kann während des gesamten Produktlebenszyklus sowie auch aus Vorläufersubstanzen in die Umwelt gelangen. Der Eintrag erfolgt dabei sowohl direkt, beispielsweise durch die Freisetzung in Luft und Gewässer während der Herstellung und der Verarbeitung, oder durch die Ausbringung von kontaminiertem Klärschlamm, als auch indirekt, wie z.B. bei der Anwendung und der Entsorgung von Konsumprodukten, aber auch durch verschiedene Umwandlungs- und Abbauprozesse in der Umwelt (Europäische Kommission, 2011f; UNEP, 2006, 2007, 2008).

8.4 Umweltqualitätsnormen

Tabelle 34 stellt die UQN für PFOS gemäß Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) dar. Zudem sind weitere Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter angeführt, die zum Schutz von Prädatoren oder zum Schutz des Menschen beim Konsum von Trinkwasser abgeleitet wurden.

Tabelle 34: Umweltqualitätsnormen für PFOS für Binnenoberflächengewässer und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration).

Umweltqualitätsnorm	PFOS
JD-UQN (berechnet aus Biota-UQN)	0,00065 µg/L
ZHK-UQN	36 µg/L
Biota-UQN (Fische)	9,1 µg/kg Feuchtgewicht
Aquatische Lebensgemeinschaften (Pelagische Organismen)	
Akute Toxizität	36 µg/L (= ZHK-UQN)
Chronische Toxizität	0,23 µg/L
Tierische Top-Prädatoren der aquatischen Nahrungskette	33 µg/kg (Biota)0,002 µg/L (Süßwasser)
Menschliche Gesundheit durch Trinkwasser¹	0,525 µg/L

PFOS ist entsprechend den Vorgaben der RL 2013/39/EU bzw. GZÜV, Anlage 2, vor allem aus Gründen der besseren Bestimmbarkeit, vorrangig in Biota zu untersuchen. Bei einem Risiko der Überschreitung der ZHK-UQN, ist die Matrix Wasser zu überprüfen.

Die Biota-UQN wurde über den Schutz des Menschen beim Verzehr von Fischprodukten abgeleitet und ist strenger als das Qualitätskriterium für den Schutz von Prädatoren. Die Berechnung der JD-UQN für die Wasserphase erfolgte aus dieser Biota-UQN unter Anwendung eines Bioakkumulations- und eines Biomagnifikationsfaktors. Die Details der UQN Ableitung für PFOS sind im entsprechenden Stoffdossier dokumentiert (Europäische Kommission, 2011f). Es wird jedoch angemerkt, dass der der Berechnung zugrundeliegende toxikologische Kennwert (TWI, tolerable weekly intake) in den vergangenen Jahren deutlich abgesenkt wurde (EFSA, 2020b). Die Berücksichtigung dieser niedrigeren Werte bei der UQN Ableitung würde zu erheblich niedrigeren UQN führen.

Das Qualitätskriterium für den Schutz der menschlichen Gesundheit durch die Aufnahme von Trinkwasser liegt höher als jener Wert, der in der Neufassung der Europäischen Trinkwasserverordnung (RL (EU) 2020/2184) vorgeschlagen wird (Grenzwert für PFAS-Total 0,50 µg/L und für die Summe von 20 ausgewählten PFAS 0,1 µg/L).

8.5 Umweltkonzentrationen in Österreich

PFOS wird in Österreich aufgrund von rechtlichen Verpflichtungen und im Zuge von Forschungsprojekten in der Umwelt beobachtet. Tabelle 35 gibt einen Überblick über jene Konzentrationen, die in den letzten zehn Jahren in Österreich gemessen wurden.

Tabelle 35: PFOS-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; FG: Frischgewicht; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; NG: Nachweisgrenze; TM: Trockenmasse)

Matrix	Perfluoroktansulfonsäure
Deposition	<BG – 0,01 µg/L (n = 17, n>BG = 11; BG = 0,001 µg/L) ¹ <BG – 0,0026 µg/L (n = 13, n>BG = 1; BG = 0,002 µg/L) ² <BG (n = 5, n>BG = 0; BG = 0,001 µg/L) ³ <BG – 0,0017 µg/L (n = 3, n>BG = 1; BG = 0,001 µg/L) ¹⁰
Fließgewässer	<BG – 0,011 µg/L (n = 76, n>BG = 38; BG = 0,001 µg/L) ¹ 0,0052 µg/L (n = 7, n>BG = 1; BG = 0,003 µg/L) ⁵ <BG (n = 3, n>BG = 0; BG = 0,001 µg/L) – vor Abwassereinleitung ⁶ <BG – 0,0028 µg/L (n = 3, n>BG = 2; BG = 0,001 µg/L) – nach Abwassereinleitung ⁶
Grundwasser	<BG – 0,014 µg/L (n = 126, n>BG = 33; BG = 0,001 µg/L) ^{4, **} <BG (n = 5, n>BG = 0; BG = 0,002 µg/L) ² 0,0036 – 0,037 µg/L (n = 22, n>BG = 4; BG = 0,003 µg/L) ⁵
Trinkwasser	0,0029 – 0,0433 µg/L (n = 20, n>BG = 3; BG = 0,003 µg/L) ⁵
Kommunales Abwasser (ungereinigt)	0,011 – 0,051 µg/L (n = 6, n>BG = 6; BG = 0,002 µg/L) – Kläranlagenzulauf bei Trockenwetter ² 0,0025 – 0,016 µg/L (n = 7, n>BG = 7; BG = 0,002 µg/L) – Mischwasser ² <BG – 0,0086 µg/L (n = 3, n>BG = 2; BG = 0,001 µg/L) ⁶
Kommunales Abwasser (gereinigt)	<BG – 0,12 µg/L (n = 34, n>BG = 33; BG = 0,001 µg/L) ⁷ 0,0075 – 0,021 µg/L (n = 6, n>BG = 6; BG = 0,002 µg/L) – Kläranlagenablauf bei Trockenwetter ²

Matrix	Perfluoroktansulfonsäure
	<BG – 0,0061 µg/L (n = 3, n>BG = 2; BG = 0,001 µg/L) ⁶
Industrielles Abwasser***	<BG – 0,58 µg/L (n = 20, n>BG = 12; BG = 0,001 µg/L) ¹
Deponiesickerwasser	0,019 – 0,84 µg/L (n = 9, n>BG = 9; BG = 0,002 µg/L) ⁹
Klärschlamm	23 – 30 µg/kg TM (n=2, BG = 0,5 µg/kg TM) ¹⁰
Klärschlammkompost	4,7 – 18 µg/kg TM (n=2, BG = 0,5 µg/kg TM) ¹⁰
Schwebstoffe	<BG – 1,6 µg/kg TM (n = 26, n>BG = 10; BG = 0,5 µg/kg) ¹
Boden	<BG – 10 µg/kg TM (n = 18, n>BG = 5; BG = 0,5 µg/kg) ¹ 5,4 – 49 µg/kg TM Referenzbodenproben und 1,0 – 20 µg/kg Bodenproben (jeweils n = 4, n>BG = 4; BG = 0,12 – 0,14 µg/kg) ¹⁰ < 1 – 1,6 µg/kg TM (n = 20, n> BG = 5, BG = 1 µg/kg) ¹¹
Fische	<BG – 47 µg/kg FG (n = 58, n>BG = 50; BG = 2 µg/kg) ⁸ <BG – 30 µg/kg FG (n = 10, n>BG = 9; BG = 2 µg/kg) ¹²

* der Schwankungsbereich ist für die Positivproben (>NG) angegeben;

** Der Wertebereich stellt die gemessenen Konzentrationen ohne Berücksichtigung einer Messstelle mit bekannter Belastung dar. An dieser Stelle wurden Werte von 0,94 µg/L und 0,97 µg/L gemessen.;

*** Es wurde Abwasser aus den Herkunftsbereichen Oberflächenbehandlung, Papier und Zellstoff, Nahrungsmittelindustrie, Wärmekraftwerke, petrochemische Industrie und Stahlproduktion untersucht.

Quellen: 1...BMNT (2019a); 2...BMLFUW (2014b); 3...BMLRT (2020c); 4...BMNT (2018); 5...Brueller et al. (2018); 6...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2017); 7...BMLFUW (2017b); 8...BMLFUW (2015); 9...BMLFUW (2016); 10...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2016); 11...Umweltbundesamt (2010); 12...BMNT (2019b).

8.6 Risikobewertung

8.6.1 Oberflächengewässer

Die Ergebnisse der Bewertung der Punktquellen und der Bewertung der diffusen Stoffeinträge (Modellierung STOBIMO Spurenstoffe, BMNT 2019a) für PFOS sind in Tabelle 36 zusammengefasst. Für die Risikoabschätzung wurden im Wesentlichen die Umweltqualitätsziele in Wasser berücksichtigt. Eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung enthält Kapitel 2.2.

Tabelle 36: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend PFOS

Perfluoroktansulfonsäure		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	380	4,7%
	Punktquelle	25	0,3%
	Punktquelle + diffus	23	0,3%
Risiko Gesamt		428	5,3%

Für die Bewertung der Punktquellen lagen im **EMREG-OW** keine Emissionsdaten für PFOS vor. PFOS wurde aber als relevanter Stoff in den Abläufen kommunaler Kläranlagen identifiziert (BMLFUW, 2017a). Für eine Risikoabschätzung wurden daher für alle im EMREG-OW erfassten Direkteinleitungen Emissionsfrachten mittels typischer Ablaufkonzentrationen berechnet. Für 70 der 540 Wasserkörper wurde bei der Bewertung der Punktquellen ein mögliches signifikantes Beeinträchtigung durch PFOS berechnet.

Bei der Auswertung der punktförmigen und der diffusen Stoffeinträge mittels **Modellierung (STOBIMO Spurenstoffe)** wurde für PFOS für 115 der 754 Teileinzugsgebiete ein hohes oder sehr hohes mögliches signifikantes Risiko einer Zielverfehlung berechnet (siehe Abbildung 8) (BMNT, 2019a).

Bei der regionalspezifischen Pfadanalyse können die relativen Frachtbeiträge der Eintragspfade am Gesamteintrag in Abhängigkeit der Charakteristika der Untersuchungsgebiete stark schwanken. Als Haupteintragspfade für PFOS sind in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik der Oberflächenabfluss, der unterirdische Zustrom, die Erosion sowie Emissionen aus Siedlungsgebieten zu nennen. Abbildung 9 gibt einen Überblick über den relativen Frachtanteil der einzelnen Eintragspfade in den 754 untersuchten Teileinzugsgebieten.

Abbildung 8: Kombinierte Risikobewertung für PFOS aus der Modellierung (BMNT, 2019a)

Risikobewertung (gewichtet) - Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)

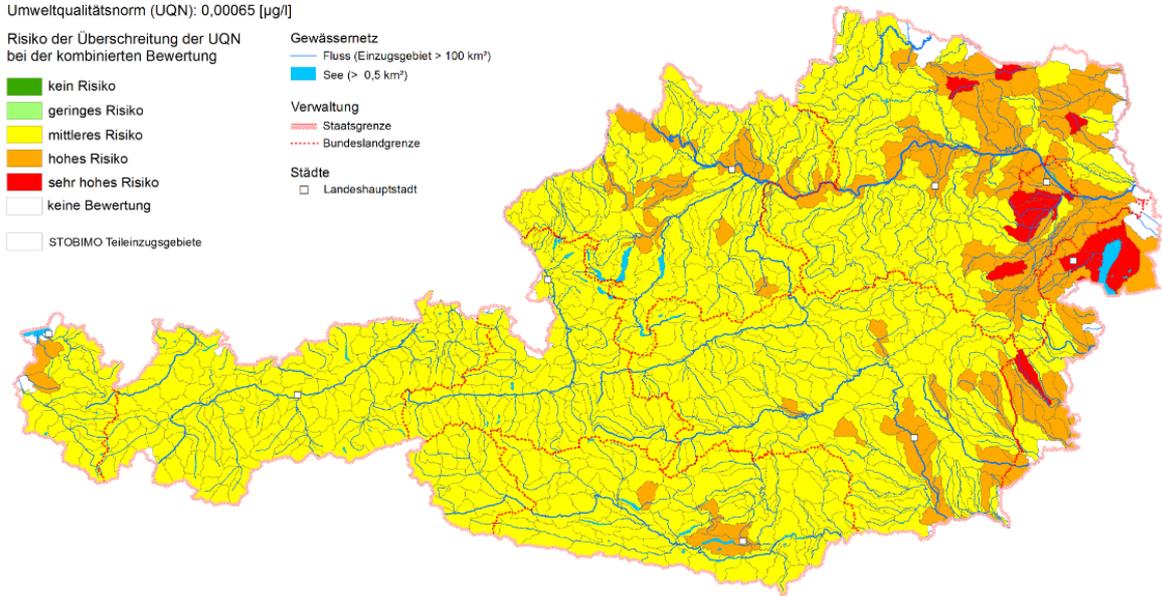
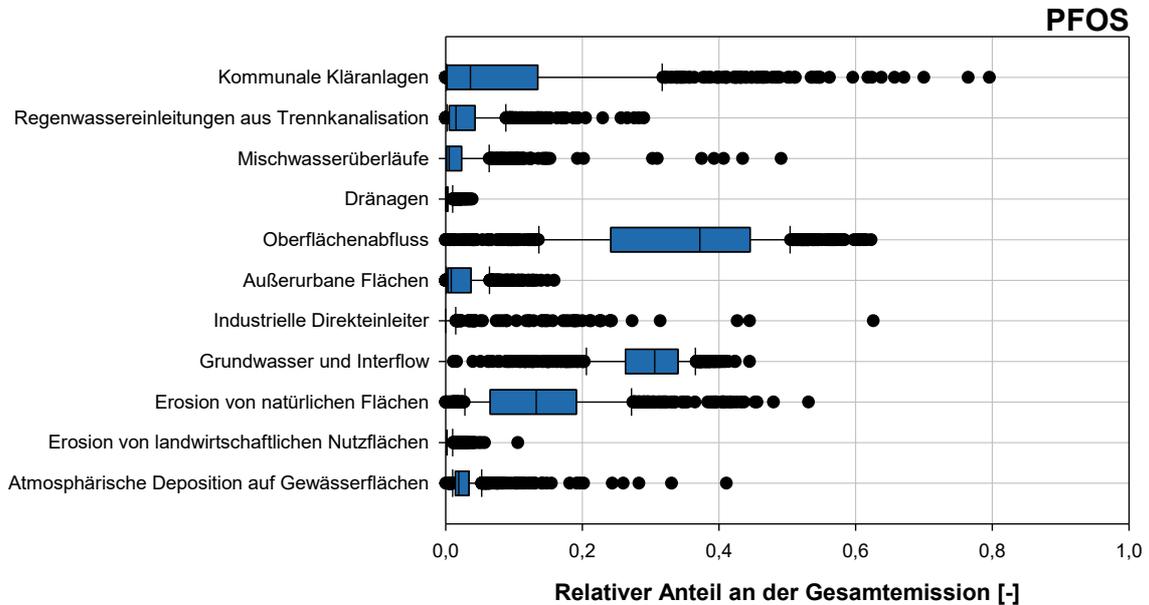


Abbildung 9: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analysegebiete für PFOS (BMNT, 2019a)



Die Betrachtung der 115 Analysegebiete, in denen ein hohes bzw. sehr hohes Risiko einer Zielverfehlung ausgewiesen wurde, zeigt auch für diese eine recht unterschiedliche

Verteilung der relativen Frachtbeiträge der verschiedenen Eintragspfade. Grob unterschieden werden können drei Gruppen:

- Gebiete mit PFOS-Haupteinträgen (über 40% der Gesamtemission) aus kommunalen Kläranlagen (83 Analysegebiete),
- Gebiete mit PFOS-Haupteinträgen (über 40% der Gesamtemission) über unterirdischen Zustrom und Oberflächenabfluss (29 Analysegebiete, von denen aber zwei Analysegebiete auch der ersten Gruppe zugeordnet sind),
- Gebiete mit ähnlich hohen PFOS-Frachteinträgen (jeweils rund 20-30%) über die Erosion, über unterirdischen Zustrom und Oberflächenabfluss sowie Kläranlagenabläufe (fünf Analysegebiete).

Die Umlegung der Bewertungsergebnisse für die Teileinzugsgebiete auf die darin liegenden Oberflächenwasserkörper (siehe Tabelle 36) erfolgt in Abhängigkeit vom Haupteintrag (siehe dazu Kapitel 2.2 und BMLRT, 2020a):

- Für Analysegebiete mit kommunalen Kläranlagen als Haupteintragspfad (> 40% der Gesamtfracht) wird der Wasserkörper am Gebietsauslass und mit einem (möglichen) Risiko der Zielverfehlung ausgewiesen und es erfolgt keine flächige Umlegung.
- Für Analysegebiete mit unterirdischem Zufluss und Oberflächenabfluss als Haupteintragspfade (> 40% der Gesamtfracht) erfolgt die flächige Umlegung.

8.6.2 Grundwasser

Da in der QZV Chemie GW keine Schwellenwerte für PFOS festgelegt sind, wurde PFOS bei der Bewertung einer möglichen Verfehlung des guten chemischen Grundwasserzustandes nicht berücksichtigt.

Die Neufassung der EU Trinkwasserrichtlinie sieht aber Parameterwerte für Gesamt-PFAS oder Summer PFAS vor. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass diese Parameterwerte in einzelnen Grundwasserproben überschritten werden. Da die Schwellenwerte der QZV Chemie GW an diese Parameterwerte angelehnt sind, deuten die gemessenen Konzentrationen darauf hin, dass regional ein Risiko gegeben sein könnte. Ursachen und Trends wird in den nächsten Jahren intensiv nachzugehen sein.

8.7 Zustand

8.7.1 Oberflächengewässer

Eine Zusammenfassung der Zustandsbewertung in Abhängigkeit vom Bewertungstyp (siehe Kapitel 2.3) enthält Tabelle 37.

Tabelle 37: Zustandsbewertung der Fließgewässer für PFOS in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge

Perfluoroktansulfonsäure	Zustand (in % der Gewässerlänge)		
	gut	nicht gut	nicht bewertet
Bewertungstyp A	0,9 %	0,5 %	-
Bewertungstyp B	89,7 %	-	-
Bewertungstyp C	-	-	-
Gesamt	90,6 %	0,5 %	8,8 %

Für PFOS werden 90,6 % der Gewässer mit einem guten Zustand ausgewiesen, 0,9% basierend auf Monitoringergebnissen in Biota (Bewertungstyp A). In 0,5% der Gewässer (betrifft die OWK 101000000, 101000004, 101010012, 101090000, 305760056, 305760083, 405880027, 405880072, 411340000, 501530017, 801780000, 802710002, 802780045, 804050000, 1000520040, 1002450000) wird ein nicht guter Zustand auf Basis von Monitoringdaten in Biota ausgewiesen. Rund 9% der Gewässer werden nicht bewertet.

Wasserkörper mit einem Risiko und keinen weiteren Messdaten werden nicht bewertet. Grund hierfür ist, dass wie für Benzo(a)pyren und Fluoranthen auch für PFOS die verfügbaren Messwerte darauf hindeuten, dass die wasserbezogenen UQN, die aus den Biota-UQN über Gleichgewichtskoeffizienten abgeleitet wurden, im Vergleich zu den Biota-UQN überprotektiv sind. Die Bewertung mit den wasserbezogenen UQN führt bei diesen Stoffen zu schlechteren Ergebnissen als die Bewertung anhand der Biota-UQN. Da in der Risikoabschätzung die wasserbezogenen UQN herangezogen wurden und eine Umlegung des Risikos nach derzeitigem Wissensstand nicht eindeutig möglich ist, wird für diese Stoffe für die Zustandsbewertung keine Gruppierung vorgenommen, d.h. die Messergebnisse wurden nicht auf andere Wasserkörper umgelegt.

Von den insgesamt 62 Seen werden betreffend PFOS alle mit einem guten chemischen Zustand ausgewiesen. Für 6 Seen liegen Untersuchungsdaten in Biota vor.

Die Bewertung des chemischen Zustands für PFOS erfolgt erstmals im Zuge der Erstellung des dritten NGP.

8.7.2 Grundwasser

Da in der QZV Chemie GW keine Schwellenwerte für PFOS festgelegt sind, wurde PFOS bei der Bewertung einer möglichen Verfehlung des guten chemischen Grundwasserzustandes nicht berücksichtigt.

8.8 Maßnahmen

8.8.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Zu PFOS (CAS-Nr. 1763-23-1) gibt es unter REACH folgende Informationen:

- **Registrierung:** Vor-Registrierung: Es wurde 2009 von zumindest einer Firma angegeben, dass der Stoff im Europäischen Wirtschaftsraum registriert wird.
Registriert (Anhang III): Kriterien für registrierte Stoffe zwischen 1-10 Tonnen
- **Bewertung:** Nicht in der Bewertung
- **Zulassung:** Nicht gelistet
- **Beschränkung:** Nicht mehr am Anhang XVII gelistet: In Anhang XVII der REACH-Verordnung, in welchem Beschränkungen hinsichtlich des Inverkehrbringens und der Verwendung bestimmter Stoffe festgesetzt ist, wurde PFOS und ihre Derivate einschließlich Polymere im Jahr 2009 mit der Verordnung (EG) Nr. 552/2009 aufgenommen, aber im Jahr 2011 mit Verordnung (EG) Nr. 207/2011 wieder gestrichen, da PFOS und deren Derivate mittlerweile unter die Regelung der POP-Verordnung fallen.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

PFOS (CAS-Nr. 1763-23-1) ist laut CLP Verordnung wie folgt eingestuft (siehe Tabelle 38).

Tabelle 38: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für PFOS

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
607-624-00-8	217-179-8	1763-23-1	Perfluorooctane sulfonic acid heptadecafluorooctan-1-sulfonic-acid
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort
Akute Tox. 4	H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken	GHS07 
Akute Tox. 4	H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen	
Carc. 2	H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen	
Lact.	H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen	GHS08 
STOT RE 1	H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition	GHS09 
Aquatisch Chronisch 2	H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Repr. 1B	H360D	Kann das Kind im Mutterleid schädigen	
			Gefahr

Verordnung (EU) Nr. 649/2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien

In der Verordnung (EU) Nr. 1078/2014 wurde der Anhang I der Verordnung (EU) Nr. 649/2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien geändert. PFOS ist in Teil 1

von Anhang I genannt und zählt zu den der Ausfuhrnotifikation unterliegenden Chemikalien. Zudem ist PFOS auch in Teil 3 von Anhang I angeführt, der die Chemikalien auflistet, die Kandidaten für PIC-Notifikation sind.

Stockholm-Übereinkommen und Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe (POP)

PFOS, ihre Salze und Perfluoroktansulfonylfluorid (PFOSF) wurden 2009 in den Anhang B des Stockholmer Übereinkommens (Einschränkung der Herstellung und Verwendung) aufgenommen. Damit sind die Vertragsstaaten verpflichtet, PFOS und ihre Salze in ihrem Hoheitsgebiet zu beschränken. Bestimmte Anwendungen sind aber akzeptiert und es bestehen zudem spezifischen Ausnahmen.

PFOS wurde in den Anhang I (Liste der verbotenen Stoffe) der POP Verordnung aufgenommen. Die Ausnahmen für PFOS wurden im Vergleich zum Stockholmer Übereinkommen stark reduziert (einzige Ausnahme: Verwendung beim Hartverchromen in geschlossenen Systemen). Weiters ist festgelegt, dass in Abfällen vorhandene POP zerstört oder unumkehrbar in Stoffe umgewandelt werden müssen. Daher müssen gemeinsame Konzentrationsgrenzwerte für Stoffe im Abfall festgelegt werden. Im Anhang IV sind Stoffe gelistet, die den Abfallbestimmungen gemäß Artikel 7 unterliegen. Der Konzentrationsgrenzwert für PFOS liegt bei 50 mg/kg. Beschränkungen von POP in Lebensmittelkontaktmaterialien werden ebenfalls durch die POP-Verordnung reguliert. Die POP-Verordnung sieht ein Verbot von PFOS in Stoffen oder Erzeugnissen vor. Ausnahmen für die Verwendung als Zwischenprodukt oder andere Spezifikationen sind:

- Für die Zwecke dieses Eintrags gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für Konzentrationen von PFOS von höchstens 10 mg/kg (0,001 Gew.-%), wenn PFOS in Stoffen vorhanden ist.
- Für die Zwecke dieses Eintrags gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für Konzentrationen von PFOS in Halbfertigerzeugnissen oder Erzeugnissen oder Bestandteilen davon, wenn die PFOS-Konzentration weniger als 0,1 Gew.-% beträgt, berechnet im Verhältnis zur Masse der strukturell oder mikrostrukturell verschiedenartigen Bestandteile, die PFOS enthalten, oder — bei Textilien oder anderen beschichteten Werkstoffen — wenn der PFOS-Anteil weniger als 1 µg/m² des beschichteten Materials beträgt.

- Die Verwendung von Erzeugnissen, die in der Union bereits vor dem 25. August 2010 verwendet wurden und PFOS enthalten, ist zulässig. Artikel 4 Absatz 2 Unterabsätze 3 und 4 finden auf solche Erzeugnisse Anwendung.
- Sofern die Menge der PFOS-Emissionen in die Umwelt auf ein Mindestmaß reduziert wird, sind die Herstellung und das Inverkehrbringen für die nachstehenden besonderen Verwendungszwecke zulässig, vorausgesetzt, die Mitgliedstaaten erstatten der Kommission alle vier Jahre über die Fortschritte bei der Eliminierung von PFOS Bericht: Mittel zur Sprühnebelunterdrückung für nicht dekoratives Hartverchromen (Chrom VI) in geschlossenen Kreislaufsystemen. Soweit eine solche Ausnahmeregelung die Herstellung oder Verwendung in einer unter die Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates fallenden Anlage betrifft, sind die einschlägigen besten verfügbaren Techniken für die Vermeidung oder größtmögliche Verminderung von PFOS-Emissionen anzuwenden, wie sie in den von der Kommission gemäß Artikel 17 Absatz 2 Unterabsatz 2 der Richtlinie 2008/1/EG veröffentlichten Informationen beschrieben sind. Sobald neue Informationen über Einzelheiten für Verwendungszwecke und über weniger bedenkliche alternative Stoffe oder Technologien für die Verwendungszwecke vorliegen, überprüft die Kommission die Ausnahmeregelung des Unterabsatzes 2, sodass a) die Verwendung von PFOS schrittweise eingestellt wird, sobald der Einsatz weniger bedenklicher Alternativen technisch und wirtschaftlich vertretbar ist, b) eine Ausnahmeregelung für wesentliche Verwendungszwecke nur dann verlängert werden kann, wenn keine weniger bedenklichen Alternativen bestehen und wenn darüber Bericht erstattet worden ist, welche Schritte unternommen wurden, um weniger bedenkliche Alternativen zu finden, c) PFOS-Emissionen in die Umwelt durch Einsatz der besten verfügbaren Techniken auf ein Mindestmaß reduziert worden sind.
- Sobald das Europäische Komitee für Normung (CEN) Normen erlassen hat, sind diese als Analyseverfahren für den Nachweis der Übereinstimmung von Stoffen, Gemischen und Erzeugnissen mit den Nummern 1 und 2 heranzuziehen. Als Alternative zu den CEN-Normen können auch andere Analyseverfahren herangezogen werden, für die der Anwender Gleichwertigkeit nachweisen kann.

Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 über kosmetische Mittel

Basierend auf Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 (Kosmetik-Verordnung) bzw. deren Änderung durch Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 ist PFOS in Anhang II der verbotenen Stoffe unter der Referenznummer 1493 gelistet. Demnach dürfen kosmetische Mittel PFOS nicht enthalten (max. Grenzwert: 0%).

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

In den BVT-Schlussfolgerungen für die Abfallbehandlung (Durchführungsbeschluss 2018/1147), wird in BVT 7 (Überwachung von Emissionen in Gewässern) auf PFOS Bezug genommen. Demnach sind für alle umfassten Abfallbehandlungstätigkeiten PFOS als Emissionen zu überwachen, sofern PFOS im Abwasserstrom einer Industrieanlage als relevanter Parameter identifiziert wurde. Die Mindesthäufigkeit der Überwachung wird mit einmal alle sechs Monate angegeben. Diese Überwachungshäufigkeit kann reduziert werden, wenn die Emissionswerte eine ausreichende Stabilität aufweisen. Wenn die chargenweise Einleitung seltener als mit der Mindesthäufigkeit der Überwachung stattfindet, wird die Überwachung einmal pro Charge vorgenommen. BAT-AEL (BAT-assozierte Emissionsbereiche) werden für diese Parameter nicht definiert.

In den BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton (2014/687/EU) wird in BVT 48e auf PFAS Bezug genommen. Demnach beinhaltet die beste verfügbare Technik zur Reduzierung des Frischwasserverbrauchs und der Emissionen aus Spezialpapier-Fabriken in Gewässer unter anderem die Minimierung der Freisetzung von chemischen Zusatzstoffen, die PFAS enthalten, oder zur Bildung dieser Verbindungen beitragen.

Verordnung, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes 1994 erlassen werden (Düngemittelverordnung 2004)

Die Verordnung gibt für Düngemittel einen Grenzwert von 0,1 mg/kg Trockenmasse für die Summe aus PFOS und PFOA an.

Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL), Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und Richtlinie 2013/39/EU zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik), Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG (BGBl. Nr. 215/1959)

PFOS und PFOS-Derivate (CAS-Nr. 1763-23-1) sind als prioritäre gefährliche Stoffe gelistet und Emissionen, Einleitungen und Verluste dieser prioritären gefährlichen Stoffe ist schrittweise einzustellen.

Emissionsregisterverordnung 2017 (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017)

Die EmRegV-OW fordert für einige Branchen die Bestimmung der jährlich emittierten PFOS Fracht auf der Basis von Messungen. Die Anzahl der Messungen ist abhängig von der Jahresabwassermenge.

Richtlinie (EU) 2020/2184 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

Die Neufassung der Trinkwasserrichtlinie (alte Richtlinie 98/83/EG) sieht einen Parameterwert für Gesamt-PFAS oder die Summe der PFAS vor, wobei die Mitgliedsstaaten sich für einen oder für beide Parameterwerte entscheiden können. Gesamt-PFAS entspricht den gesamten PFAS in der Probe mit einem Parameterwert von 0,5 µg/L. Der Parameterwert für die Summe ausgewählter PFAS liegt bei 0,1 µg/L. Dabei bezieht sich die Summe der PFAS auf die Summe von insgesamt 20 verschiedenen Stoffen.

8.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen

Die Szenarienanalyse mit Berücksichtigung unterschiedlicher Maßnahmen im Rahmen von STOBIMO Spurenstoffe hat gezeigt, dass der PFOS-Eintrag in die Gewässer durch weitergehende Abwasserreinigung in Form einer Adsorptionsstufe am wirksamsten verringert werden kann (in einzelnen Gebieten bis zu 50% Reduktion). Der Ausbau der Regenwasserbehandlung (Szenario 2) und Erosionsschutzmaßnahmen (Szenario 4) führten zu einer nur geringfügigen bzw. keiner Reduktion der Belastung, da beide Maßnahmen auf partikuläre Stoffe abzielen und PFOS überwiegend gelöst in die Gewässer eingetragen wird (BMNT, 2019a).

9 Quecksilber

9.1 Übersicht

Quecksilber (Hg) zählt zu den Schwermetallen und kommt in der Umwelt natürlich durch Gesteinsverwitterung oder vulkanische Aktivität vor und wird zudem anthropogen eingetragen wie z.B. durch Industrie, Verbrennung oder Bergbau (UBA, 2016b).

Grundsätzlich kommt Quecksilber in drei chemischen Formen vor, welche metallisches Quecksilber, anorganisches Quecksilber sowie organisches Quecksilber umfassen. Überwiegend tritt Quecksilber in gebundener Form auf. Sowohl das Umweltverhalten als auch die Toxizität von Quecksilber hängen sehr stark von der vorliegenden Form ab. Die häufigste und bedenklichste Verbindung ist Methylquecksilber (Science for Environment Policy, 2017). Quecksilber bzw. seine Verbindungen sind bioakkumulativ und toxisch (Europäische Kommission, 2005a) und können aufgrund ihrer Flüchtigkeit in der Atmosphäre über weite Strecken transportiert werden (UBA, 2016b).

In die Umwelt gelangen Quecksilber bzw. seine Verbindungen über eine Reihe von verschiedenen Eintragswegen, wie beispielsweise industrielle Prozesse, Kohleverbrennung, Bergbau, Metallverarbeitung und Abfallwirtschaft (WHO, 2016). Wenn elementares Quecksilber in der Umwelt freigesetzt wird, unterläuft es komplexen Umwandlungen und Kreisläufen zwischen den verschiedenen Umweltkompartimenten. So ergibt sich ein globaler Quecksilbervorrat, der zwischen den Kompartimenten zirkuliert (AMAP/UN Environment, 2019; Science for Environment Policy, 2017; UNEP, 2019).

Quecksilber bzw. seine Verbindungen unterliegen einer Reihe gesetzlicher Regelungen. Zudem wurde auf internationaler Ebene für Quecksilber und seine Verbindungen das sogenannte Minamata-Übereinkommen verabschiedet, mit dem Ziel Gesundheit und Umwelt vor anthropogenen Freisetzungen und Emissionen zu schützen (UNEP, 2020).

Nach Richtlinie 2019/39/EU bzw. GZÜV, Anlage 2 werden Quecksilber und Quecksilberverbindungen als Stoffe gelistet, die sich wie ubiquitäre PBT (persistenter, bioakkumulierender und toxischer) Stoffe verhalten.

9.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten

Tabelle 39 fasst die Stoffeigenschaften von Quecksilber zusammen.

Tabelle 39: Stoffeigenschaften von Quecksilber (Quellen: DEQ (2015), ECHA (2020g), Loux (1998), SCAHT (2014))

Name	Quecksilber und Quecksilberverbindungen
CAS Nummer	7439-97-6 (Quecksilber) 10112-91-1(Quecksilber(I)-chlorid) 21908-53-2 (Quecksilber(II)-oxid) 1344-48-5 (Quecksilber(II)-sulfid) 7783-35-9 (Quecksilber(II)-sulfat) 10045-94-0 (Quecksilber(II)-nitrat) 22967-92-6 (Methylquecksilber)
EG Nummer	231-106-7 (Quecksilber) 10112-91-1 (Quecksilber(I)-chlorid) 21908-53-2 (Quecksilber(II)-oxid) 1344-48-5 (Quecksilber(II)-sulfid) 7783-35-9 (Quecksilber(II)-sulfat) 10045-94-0 (Quecksilber(II)-nitrat) 22967-92-6 (Methylquecksilber)
Summenformel	Hg Hg ₂ Cl ₂ (Quecksilber(I)-chlorid) HgO (Quecksilber(II)-oxid) HgS (Quecksilber(II)-sulfid) HgSO ₄ (Quecksilber(II)-sulfat) Hg(NO ₃) ₂ (Quecksilber(II)-nitrat) CH ₃ Hg (Methylquecksilber)
Molekulargewicht in g/mol	200,3
Wasserlöslichkeit in mg/L	0,057 bei 25°C
Schmelzpunkt	-38,67°C
Siedepunkt	356,66°C
Fettlöslichkeit als log K_{ow}	4,15 (Hg) 200 (CH ₃) ₂ Hg) 0,07 (0,05) (CH ₃ HgOH) 1,7 (0,2) (CH ₃ HgCl) 0,62
Sorptionsverhalten als K_{oc}	3,45

Name	Quecksilber und Quecksilberverbindungen
Bioakkumulation in aquatischen Organismen als BCF in L/kg	Forelle: 5 (HgCl ₂ , 50 µg/L, 4 d, 5°C) <i>Oncorhynchus mykiss</i> : <ul style="list-style-type: none"> • 1.800 (HgCl₂, Frischwasser, ges. Körper, 60 d) • 85.700 (HgCH₃Cl, Frischwasser, ges. Körper, 75 d) <i>Pimephales promelas</i> : <ul style="list-style-type: none"> • 4.994 (HgCl₂, Frischwasser, ges. Körper, 287 d) • 44.130 – 81.670 (HgCH₃Cl, ges. Körper, 336 d) <i>Salvelinus fontinalis</i> : 11.000 – 33.000 (HgCH ₃ Cl, Muskel, 273 d) Flussfische: <ul style="list-style-type: none"> • 1.000 – 15.000 (Frischwasser., Muskel) • 2.000 – 1.000 (Frischwasser, Muskel) Fisch: <ul style="list-style-type: none"> • 3.030 (geometrischer Mittelwert für anorganisches Hg) • 3.640; 8.140 (geometrischer Mittelwert für Methyl-Hg)
Toxizität als NOEC in Frischwasser	0,5 µg/L (Frischwasserfische) 10 µg/L (Meerwasserfische)
Flüchtigkeit als Dampfdruck in Pa	0,16 bei 20°C
Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit als Henry-Konstante in Pa.m ³ /mol	729 bei 25°C

Quecksilber (Hg) ist ein Schwermetall, das sowohl natürlich (durch Verwitterung von Gesteinen und durch Vulkanausbrüche) als auch durch industrielle Prozesse (etwa im Bergbau oder durch die Verbrennung von Kohle oder Heizöl) in der Umwelt vorhanden ist. Quecksilber ist flüchtig und gelangt daher in die Atmosphäre, wo es über weite Distanzen auch in abgelegene Gebiete der Erde transportiert wird (UBA, 2016b).

Quecksilber kommt in drei chemischen Formen vor:

- Elementares oder metallisches Quecksilber (Hg⁰),
- anorganisches Quecksilber (Hg₂²⁺, Hg²⁺),
- und organisches Quecksilber.

Umweltverhalten und Toxizität von Quecksilber sind dabei stark davon abhängig, in welcher chemischen Form die jeweiligen Quecksilberverbindungen vorliegen (Science for Environment Policy, 2017).

Die am häufigsten vorkommende organische und gleichzeitig schädlichste Hg-Verbindung ist Methylquecksilber. Anorganisches Quecksilber wird im Wasser durch Mikroorganismen in organisches Methylquecksilber umgewandelt (Biomethylierung). Dort erfolgt die Aufnahme durch Wasserorganismen, von welchen sich wiederum manche Fische ernähren. Methylquecksilber ist bioakkumulativ und reichert sich über die Nahrungskette an, weshalb z.B. lang lebende Raubfische besonders hohe Methylquecksilber-Belastungen aufweisen (Science for Environment Policy, 2017).

Anorganische Quecksilberverbindungen entstehen, wenn sich Quecksilber mit anorganischen Elementen verbindet. Zu diesen zählen u.a. Quecksilbersulfid (HgS) und Quecksilberoxid (HgO). Diese Verbindungen verbleiben weniger lang in der Atmosphäre als elementares Quecksilber, da sie in Regenwasser gut löslich und reaktiver sind (EEA, 2018).

Eine erhebliche Unsicherheit besteht bei Informationen zur Biokonzentration und Biomagnifikation von Quecksilber. Die aus Laborstudien verfügbaren Daten zu den Biokonzentrationsfaktoren (BCF) für anorganisches und organisches Quecksilber variieren sehr stark (Europäische Kommission, 2005a; Schulz et al., 2015). Hinsichtlich des Bioakkumulationspotentials von organischem sowie von anorganischem Quecksilber zeigen sowohl Labor- als auch Feldstudien ebenfalls eine hohe Variabilität. Eine erhebliche Unsicherheit besteht bei Informationen zur Biokonzentration und Biomagnifikation von Quecksilber. Hinsichtlich des Bioakkumulationspotentials von organischem sowie von anorganischem Quecksilber zeigen sowohl Labor- als auch Feldstudien ebenfalls eine hohe Variabilität. Auch variiert die Biomagnifikation. So zeigten beispielsweise Feldstudien in marinen Ökosystemen, dass das Ausmaß der Biomagnifikation von unterschiedlichen Faktoren wie dem Salzgehalt des Meerwassers, dem Quecksilberbelastungsniveau sowie möglicherweise auch dem Anteil an Methylquecksilber am Gesamtquecksilber beeinflusst werden kann. Des Weiteren können auch Umweltfaktoren einen Einfluss auf die Biomagnifikation haben (Schulz et al., 2015).

Im Boden wird Quecksilber grundsätzlich stark an organische Bodenbestandteile gebunden und neigt damit erheblich zur Akkumulation. Dadurch wird die Mobilität im Boden und der nachfolgende Eintrag ins Grundwasser stark eingeschränkt. Nur in stark sauren Böden kann es zu einer Auswaschung von Quecksilber kommen (BMLFUW, 2012; EEA, 2018).

9.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag

9.3.1 Produktion und Verwendung

Quecksilber liegt in der Natur selten ungebunden vor, kommt jedoch im Quecksilbererz Zinnober vor und wird aus diesem gewonnen. Es wird bereits seit Jahrtausenden abgebaut, wobei die Produktion ihren Höhepunkt am Beginn der 1970er-Jahre erreichte. Danach nahm die Herstellung von Quecksilber stetig ab. Mittlerweile erfolgt der Abbau nur mehr in vier Ländern: China, Indonesien, Kirgistan und Mexiko. Auf globaler Ebene wurden Beschränkungen für Handel, Produktion und Verwendung von Quecksilber eingeführt. Der Einsatz von Quecksilber in Produkten und Industrieprozessen ist mittlerweile in der EU-Gesetzgebung bzw. der Minamata-Konvention geregelt (EEA, 2018).

In der EU gab es verstärkte Bemühungen, den Gebrauch von Quecksilber in industriellen Prozessen und Konsumgütern zu beschränken. Die Verwendung von Quecksilber ist in der EU in den letzten Jahren stark zurückgegangen und liegt mittlerweile bei 5% des globalen Verbrauchs. 2015 wurden in der EU 85 Tonnen Quecksilber in der Vinylchlorid- und Chlorherstellung, 25 Tonnen für die Produktion von Batterien, Lampen und elektronischen Geräten und 140 Tonnen für sonstige Zwecke (inkl. Zahntechnik) eingesetzt. Die Anwendung von Quecksilber in der industriellen Chlorproduktion wurde Ende 2017 verboten, womit zahntechnische Anwendungen den größten Anwendungsbereich von Quecksilber in Europa darstellen. In der Vinylchlorid Herstellung wird Quecksilber nur noch in einem Werk in der Slowakei verwendet, welches dessen Einsatz bis 2022 beenden muss. Aufgrund der Beschränkungen von Quecksilber in der EU wird der Bedarf für 2021 auf 50 Tonnen geschätzt (im Vergleich zu 249 Tonnen 2015) (EEA, 2018).

9.3.2 Eintrag in die Umwelt

Es gibt eine Reihe von Eintragungspfaden, wie Quecksilber in die Umwelt gelangen kann. So umfassen die Hauptquellen für einen Lufteintrag Freisetzungen aus industriellen Prozessen wie Kohleverbrennung, Bergbau, Herstellung von Chlor und Natronlauge, Metallverarbeitung, Abfallwirtschaft und Abfallverbrennung (WHO, 2016). Wird elementares Quecksilber in der Umwelt freigesetzt, kommt es zu komplexen Umwandlungen und Kreisläufen zwischen Atmosphäre, Meer und Land. Daraus ergibt sich ein globaler Vorrat an Quecksilber, der zwischen Luft, Wasser, Sedimenten, Boden und lebenden Organismen zirkuliert (Science for Environment Policy, 2017).

Grundsätzlich können Quecksilberemissionen in primäre Emissionen und Re-Emissionen unterteilt werden. Primäre Emissionen bezeichnen die erstmalige direkte Freisetzung von Quecksilber in der Umwelt durch natürliche (z.B. durch Vulkane) oder anthropogene Quellen. Re-Emissionen oder Re-Mobilisierungen umfassen Quecksilberemissionen in Luft oder Wasser, die vorher bereits entfernt wurden. Natürliche Quellen machen etwa 10% der jährlichen Emissionen in die Atmosphäre aus, während anthropogene Quellen für ca. 30% verantwortlich sind. Die verbleibenden 60% sind Re-Emissionen, die bereits vorher in die Umwelt emittiert wurden.

Die Freisetzung von Quecksilber aus anthropogenen Tätigkeiten erfolgt entweder durch die bewusste Quecksilberverwendung (z.B. in der Vinylchloridproduktion) oder durch die unbeabsichtigte Freisetzung (z.B. durch die Verbrennung von Kohle) (EEA, 2018).

In Europa kommt es vor allem durch die Stromerzeugung und industrielle Tätigkeiten (Eisen- und Stahlproduktion, NE-Metallproduktion, Zement- und chemische Industrie) zu Emissionen in die Atmosphäre. Die Luftemissionen sind jedoch in den letzten 30 Jahren stetig zurückgegangen. Zu Emissionen in Gewässer kommt es vor allem durch Kleinbergbau, Kläranlagen, Industrie und Energieerzeugung und atmosphärische Depositionen (EEA, 2018). In Österreich umfassen (Datenlage 2013) die wesentlichsten Quecksilberquellen die Eisen- und Stahlerzeugung, Verbrennungsanlagen in der verarbeitenden Industrie und Baugewerbe für nicht-metalle Minerale, die öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung, Hausbrand sowie Verbrennungsanlagen in der verarbeitenden Industrie, das Baugewerbe sowie Zellstoff- und Papierindustrie und Druckereien (Umweltbundesamt, 2016).

9.4 Umweltqualitätsnormen

Tabelle 40 stellt die UQN für Quecksilber gemäß Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) dar. Zudem sind weitere Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter angeführt, die zum Schutz von Prädatoren oder zum Schutz des Menschen beim Konsum von Trinkwasser abgeleitet wurden.

Tabelle 40: Umweltqualitätsnormen für Quecksilber für Binnenoberflächengewässer und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration).

Umweltqualitätsnorm	Quecksilber und Quecksilberverbindungen
JD-UQN	-
ZHK-UQN	0,07 µg/L
Biota-UQN (Fische)	20 µg/kg Feuchtgewicht
Sediment	Maximum permissible addition (MPA): 470 µg/kg Trockengewicht, QS = CHintergrund + MPA
Menschliche Gesundheit durch Konsum von Fischprodukten	0,5 mg/kg Fischprodukt (Feuchtgewicht, Quecksilber gesamt)
Menschliche Gesundheit durch Trinkwasser ¹	1,0 µg/L
Umweltqualitätsnorm	Quecksilber und Quecksilberverbindungen

Die Ableitung der UQN für Quecksilber erfolgte gemäß Manual of the Methodological Framework Used to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances of the Water Framework Directive (Fraunhofer Institut, 2004). Die Biota-UQN wurde über den Schutz von Prädatoren abgeleitet und ist strenger als das Qualitätskriterium für den Schutz des Menschen beim Verzehr von Fischprodukten. Anzumerken ist dazu, dass das Qualitätskriterium zum Schutz des Menschen beim Verzehr von Fischprodukten die zulässige Belastung laut der Europäischen Kontaminanten-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1881/2006) wiedergibt und nicht auf toxikologischen Kriterien beruht. Die Details der UQN-Ableitung für Quecksilber sind im entsprechenden Stoffdossier dokumentiert (Europäische Kommission, 2005a).

Für Grundwasser gibt die Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW, BGBl. II Nr. 98/2010 idgF) einen Schwellenwert von 0,9 µg/L und einen Ausgangswert für die Trendumkehr von 0,75 µg/L an.

9.5 Umweltkonzentrationen in Österreich

Quecksilber wird in Österreich aufgrund von rechtlichen Verpflichtungen und im Zuge von Forschungsprojekten in der aquatischen Umwelt beobachtet. Tabelle 41 gibt einen

Überblick über jene Konzentrationen, die in den letzten zehn Jahren in Österreich gemessen wurden.

Tabelle 41: Quecksilber-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar; TM: Trockenmasse)

Matrix	Quecksilber und Quecksilberverbindungen
Deposition	0,0016-0,0027 µg/L (n = 3, n>BG = 3, BG = 0,001 µg/L) ¹ 0,0062-0,033 µg/L (n = 17, n>BG = 17, BG = 0,0001 µg/L) ² (Quecksilber gesamt)
Fließgewässer	<BG (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,05 µg/L) ³ – vor Abwassereinleitung <BG (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,05 µg/L) ³ – nach Abwassereinleitung 0,00073-0,2 µg/L (n = 18, n>BG = 18, BG = 0,0001) ² –Hochwasser (Quecksilber gelöst) 0,0011-0,017 µg/L (n = 18, n>BG = 18, BG = 0,0001) ² –Niederwasser (Quecksilber gelöst) n.n.-0,4 µg/L (n = 3.134, n>BG = 29, BG = 0,002 – 0,2 µg/L) ^{4,*} (Quecksilber gelöst) n.n.-0,07 µg/L (n = 2.807, n>BG = 8, BG = 0,002 – 0,2 µg/L) ^{4,**} (Quecksilber gelöst) n.n.-1,0 µg/L (n = 3.135, n>BG = 45, BG = 0,002 – 0,2 µg/L) ^{4,*} (Quecksilber gesamt) n.n.-0,32 µg/L (n = 2.807, n>BG = 25, BG = 0,002 – 0,2 µg/L) ^{4,**} (Quecksilber gesamt)
Grundwasser	n.n.-0,022 µg/L (n = 5, n>BG = 2, BG = 0,001 µg/L) ⁵ n.n.-0,4 µg/L (n = 14.050, n>BG = 111, BG = 0,0097 – 0,2 µg/L) ^{4,§} n.n.-2,7 µg/L (n = 13.919, n>BG = 94, BG = 0,0097 – 0,2 µg/L) ^{4,†}
Mischwasser	0,0053-0,67 µg/L (n = 7, n>BG = 7, BG = 0,001 µg/L) ⁵
Niederschlagswasser aus Trennkanalisation	0,0055 – 0,046 µg/L (n = 13, n>BG = 13, BG = 0,001 µg/L) ⁵ 0,0043 – 0,033 µg/L (n = 6, n>BG = 6, BG = 0,001 µg/L) ⁵
Kommunales Abwasser (ungereinigt)	n.n. – 9,5 µg/L (n = 15, n>BG=1, BG=0,25 µg/L) ⁹ <BG (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,05 µg/L) ³ n.n.-0,34 µg/L (n = 6, n>BG = 5, BG = 0,001 µg/L) ⁵ , bei Trockenwetter
Kommunales Abwasser (gereinigt)	<BG (n=45, n>BG=0, BG=0,1 µg/L) ⁹ <BG (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,05 µg/L) ³ 0,0045-0,021 µg/L (n = 6, n>BG = 6, BG = 0,001 µg/L) ⁵ , bei Trockenwetter 0,0055-0,067 µg/L (n = 35, n>BG = 35, BG = 0,0010 µg/L) ⁶ , Wochenmischproben
Industrielles Abwasser***	<BG – 0,010 µg/L (n = 261, n > BG = 146) (Einleitung in den Kanal) ^{8,***} <BG – 0,008 µg/L (n = 271, n > BG = 100) (Einleitung ins Gewässer) ^{8,***}

Matrix	Quecksilber und Quecksilberverbindungen
	0,0035 – 0,048 µg/L (n = 20, n>BG = 20, BG = 0,0001 µg/L) (Einleitung ins Gewässer ^{2, ****})
Deponiesickerwasser	<BG – 2,7 µg/L (n = 9; n>BG = 6, BG = 0,05 µg/L) ⁷ (Quecksilber gesamt)
Klärschlamm	0,49-0,55 mg/kg TM (n = 2, n>BG = 2) ¹
Klärschlammkompost	0,41-0,54 mg/kg TM (n = 2, n>BG = 2) ¹
Schwebstoffe	<BG-220 µg/kg (n = 17, n>BG = 15, BG = 10 µg/kg) ² – bei Hochwasser 12-140 µg/kg (n = 8, n>BG = 8, BG = 10 µg/kg) ² – bei Niederwasser
Boden	0,11-0,17 mg/kg TM (n = 4; n>BG = 4) ¹ – Referenzboden 0,072 – 0,16 mg/kg TM (n = 4; n>BG = 4) ¹ – vor Klärschlammausbringung 0,075 – 0,16 mg/kg TM (n = 4; n>BG = 4) ¹ – nach Klärschlammausbringung 38 - 60 µg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 10 µg/kg) ² – Acker 10 – 130 µg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 10 µg/kg) ² – Grünland 55 - 530 µg/kg (n = 6, n>BG = 6, BG = 10 µg/kg) ² – Wald
Gras	0,027 – 0,0365 µg/kg TM (n = 5, n>BG = 5) ¹
Gärrückstände	0,11 mg/kg TM (n = 2; n>BG = 2) ¹
Fische	32 – 99 µg/kg FG (n = 2, n>BG = 2, BG = 0,015) ^{8, †} 22 – 290 µg/kg FG (n = 62, n>BG = 62, BG = 3) ⁹

* n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt).; Daten aus dem Zeitraum 2015-Jun 2020.

** n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt).; Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.

*** vorrangig Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas, Abwasser aus der Erzeugung von Papier und Pappe, Abwasser aus der Eisen- und Stahlerzeugung, Abwasser aus der physikalisch-chemischen oder biologischen Abfallbehandlung sowie Sickerwasser aus Abfalldeponien.

**** Abwasser aus der Energiewirtschaft, der Nahrungsmittelerzeugung, der Oberflächenbehandlung, Papier- und Zellstoffindustrie, Petrochemische Industrie und Stahlerzeugung.

§ n=Anzahl der Eintragungen; Untersuchungen 1x/Quartal; Daten aus dem Zeitraum 2015-Q2/2020.

† n=Anzahl der Eintragungen; Untersuchungen 1x/Quartal; Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.

Quellen: 1...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2016). 2...BMNT (2019a). 3...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2017). 4...H2O Datenbank (Erhebung der Wassergüte in Österreich gemäß GZÜV). 5...BMLFUW (2014b). 6...BMLFUW (2017a). 7...BMLFUW (2016), 8...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2019). 9...BMLFUW (2015).

Ein im Jahr 2016 veröffentlichter Bericht des Umweltbundesamtes gibt eine detaillierte Übersicht über Quecksilbernachweise in diversen Umweltmedien in Österreich (siehe Umweltbundesamt, 2016).

9.6 Risikobewertung

9.6.1 Oberflächengewässer

Die Ergebnisse der Risikobewertung sind in Tabelle 42 zusammengefasst. Sie basiert auf der Auswirkungsanalyse von Punktquellen (EMREG-OW und Modellierung STOBIMO) und diffusen Stoffeinträgen (Modellierung STOBIMO Spurenstoffe, BMNT 2019a), der Berücksichtigung von Zustandsausweisungen im 2. NGP sowie Monitoringdaten. Für Quecksilber sind die rechtlich vorgegebenen Umweltqualitätsnormen auf Biota bezogen. Für die Risikoabschätzung wurde ein aus der Biota-UQN mittels Verteilungskoeffizienten abgeleiteter Wasserwert von 0,00007 µg/L verwendet (Verbruggen et al., 2015). Eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung enthält Kapitel 2.2 sowie BMLRT (2020a).

Tabelle 42: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Quecksilber

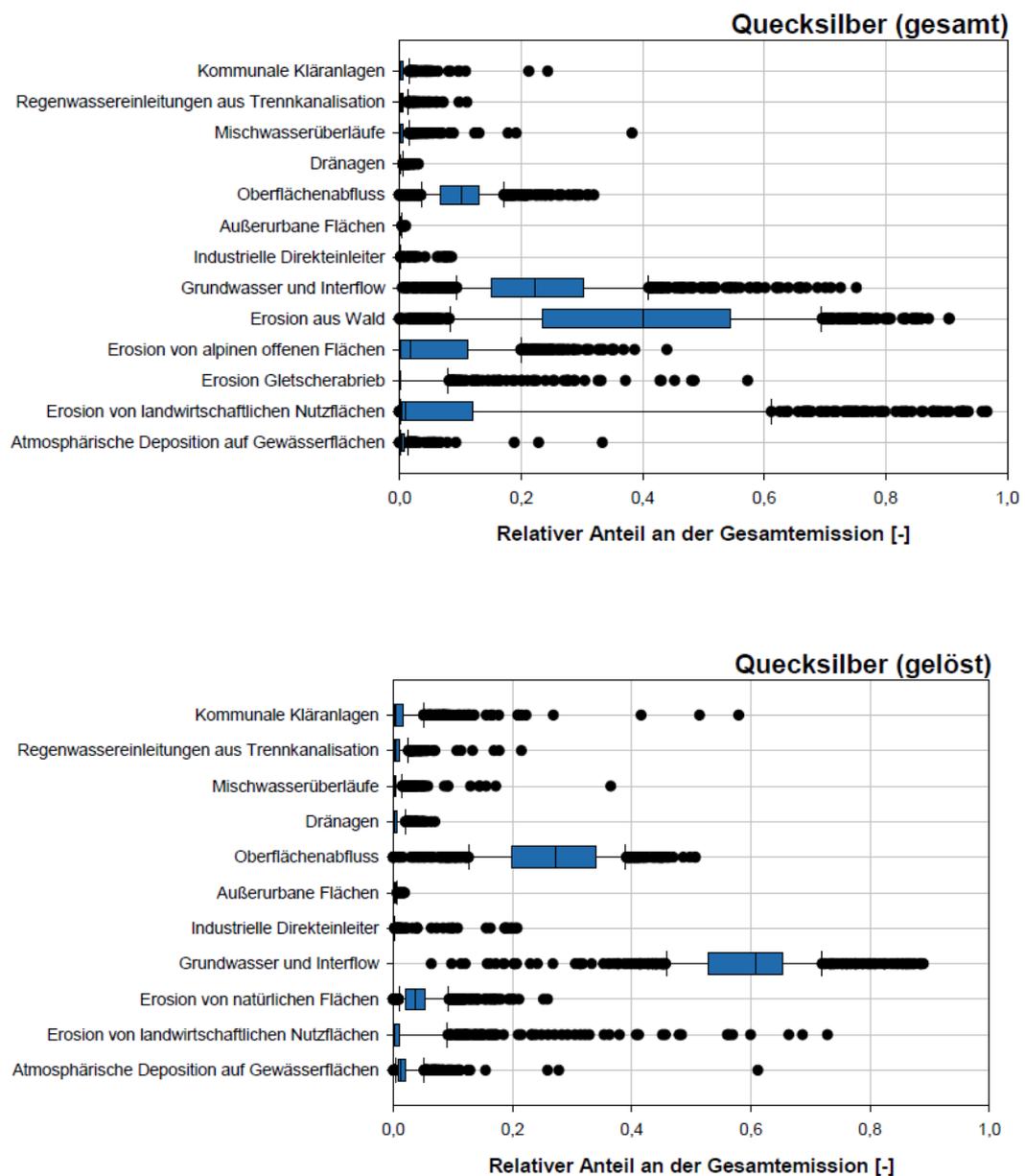
Quecksilber		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	8119	100%
	Punktquelle	-	-
Risiko Gesamt		8119	100%

Für die Bewertung der Punktquellen wurden Daten aus **EMREG-OW** verwendet und Datenlücken mittels charakteristischer Ablaufkonzentrationen aus dem Kläranlagenuntersuchungsprogramm (BMLFUW, 2017a) geschlossen. Da dies Gesamtwerte sind, wurde angenommen, dass 80% dieser Gesamtfrachten in gelöster Form vorliegen. Für 449 der 540 Wasserkörper wurde das Risiko einer möglichen signifikanten Beeinträchtigung durch Quecksilber berechnet.

Bei der Auswertung der punktförmigen und der diffusen Stoffeinträge mittels **Modellierung (STOBIMO Spurenstoffe)** wurde für Quecksilber für alle Teileinzugsgebiete ein hohes oder sehr hohes mögliches signifikantes Risiko einer Zielverfehlung berechnet (BMNT, 2019a).

Bei der regionalspezifischen Pfadanalyse können die relativen Frachtbeiträge der Eintragspfade am Gesamteintrag in Abhängigkeit der Charakteristika der Untersuchungsgebiete stark schwanken. Abbildung 10 gibt einen Überblick über den relativen Frachtanteil der einzelnen Eintragspfade in den 754 untersuchten Teileinzugsgebieten.

Abbildung 10: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analyse-gebiete für Quecksilber (BMNT, 2019a)



Als **Haupteintragspfade** für Quecksilber (gesamt) sind in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik die Erosion aus dem Wald und der unterirdische Zustrom zu nennen. Für Quecksilber (gelöst) sind die Haupteintragspfade der unterirdische Zustrom sowie der Oberflächenabfluss.

9.6.2 Grundwasser

Ein Risiko, dass der gute chemische Zustand eines Grundwasserkörpers aufgrund von punktuellen oder diffusen Quecksilberquellen nicht erreicht werden könnte, wurde nicht festgestellt.

9.7 Zustand

9.7.1 Oberflächengewässer

Eine Zusammenfassung der Zustandsbewertung für Quecksilber und Quecksilberverbindungen in Abhängigkeit vom Bewertungstyp (siehe Kap.2.3) enthält Tabelle 43.

Tabelle 43: Zustandsbewertung der Fließgewässer für Quecksilber und Quecksilberverbindungen in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge.

Quecksilber	Zustand (in % der Gewässerlänge)	
	gut	nicht gut
Bewertungstyp A	0 %	1,1 %
Bewertungstyp B	0 %	0 %
Bewertungstyp C	0 %	98,9 %
Gesamt	0 %	100 %

Die Bewertung des chemischen Zustands für Quecksilber zeigt in 100% der Gewässer eine Überschreitung der Zielvorgaben. In 1,1 % der Gewässer liegen Untersuchungsdaten von Quecksilber in Biota vor (Bewertungstyp A). Alle Messwerte zeigen deutliche Überschreitungen der Zielvorgaben. Da auch in Hintergrundgebieten die UQN

überschritten wurde, wird der chemische Zustand bezogen auf Quecksilber flächendeckend als schlecht ausgewiesen.

Von den insgesamt 62 Seen werden betreffend Quecksilber alle mit einem nicht guten chemischen Zustand ausgewiesen. Für 6 Seen liegen Untersuchungsdaten in Biota vor, auch hier zeigen alle Messwerte eine Überschreitung der Zielvorgaben.

Die flächendeckende Überschreitung wurde bereits im 2. NGP ausgewiesen.

9.7.2 Grundwasser

Die Untersuchung von Quecksilber im Grundwasser im Zuge unterschiedlicher Studien ergab Maximalwerte, die immer deutlich unter dem Schwellenwert von 0,9 µg/L laut QZV Chemie GW lagen. Alle Grundwasserkörper weisen somit für Quecksilber einen guten chemischen Zustand auf.

9.8 Maßnahmen

9.8.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Registrierung: Es gibt eine Vielzahl an Stoffen, welche zu den Quecksilber-Verbindungen zählen und unter REACH registriert sind.

Beschränkungen: Beschränkungen für Stoffe, Gemische und/oder Erzeugnisse sind in Anhang XVII der REACH-Verordnung aufgeführt. Unter den Anhang XVII fallen derzeit Quecksilberverbindungen, Quecksilber (CAS-Nr. 7439-97-6, EG-Nr. 231-106-7) und Phenylquecksilberverbindungen.

Quecksilberverbindungen fallen unter den Eintrag 18 des Anhang XVII und dürfen nicht als Stoffe oder in Gemischen in Verkehr gebracht oder verwendet werden, die für folgende Verwendungen bestimmt sind:

- a) zur Verhinderung des Bewuchses durch Mikroorganismen, Pflanzen oder Tiere an: Bootskörpern; Kästen, Schwimmern, Netzen sowie anderen Geräten oder Einrichtungen für die Fisch- und Muschelzucht; völlig oder teilweise untergetauchten Geräten oder Einrichtungen jeder Art;
- b) zum Schutz von Holz;
- c) zur Imprägnierung von schweren industriellen Textilien und von zu deren Herstellung vorgesehenen Garnen;
- d) zur Aufbereitung von Wasser im industriellen, gewerblichen und kommunalen Bereich, unabhängig von seiner Verwendung.

Quecksilber (CAS-Nr. 7439-97-6, EG-Nr. 231-106-7) fällt unter den Eintrag 18a des Anhang XVII und darf nicht in Verkehr gebracht werden:

- a) in Fieberthermometern;
- b) in anderen zum Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmten Messinstrumenten (z.B. Manometern, Barometern, Sphygmomanometern, anderen Thermometern als Fieberthermometern).

Die Beschränkung gilt nicht für Messinstrumente, die vor dem 3. April 2009 in der Europäischen Gemeinschaft in Gebrauch waren. Die Mitgliedstaaten können jedoch das Inverkehrbringen solcher Messinstrumente einschränken oder verbieten. Die Beschränkung laut Ziffer b) gilt nicht für Messinstrumente, die am 3. Oktober 2007 älter als 50 Jahre sind, und Barometer (ausgenommen Barometer im Sinne von Buchstabe a) bis zum 3. Oktober 2009. Die folgenden quecksilberhaltigen Messinstrumente zur Verwendung für gewerbliche und industrielle Zwecke dürfen nach dem 10. April 2014 nicht mehr in Verkehr gebracht werden: Barometer, Hygrometer, Manometer, Sphygmomanometer, Dehnungsmessstreifen zur Verwendung in Plethysmographen, Tensiometer, Thermometer und andere nichtelektrische thermometrische Anwendungen. Die Beschränkung gilt auch für Messinstrumente, die leer in Verkehr gebracht werden, wenn sie für die Befüllung mit Quecksilber bestimmt sind. Die Beschränkung gilt nicht für Sphygmomanometer zur Verwendung, bei epidemiologischen Studien, die am 10. Oktober 2012 noch laufen, als Bezugsnormale in klinischen Studien zur Validierung quecksilberfreier Sphygmomanometer, Thermometer, die ausschließlich dazu bestimmt sind, Prüfungen anhand von Normen durchzuführen, die die Verwendung von Quecksilberthermometern vorschreiben, bis zum 10. Oktober 2017, quecksilberhaltige Tripelpunktzellen, die zur Kalibrierung von Platin-Widerstandsthermometern verwendet werden.

Die folgenden quecksilberhaltigen Messinstrumente zur Verwendung für gewerbliche und industrielle Zwecke dürfen nach dem 10. April 2014 nicht mehr in Verkehr gebracht werden: quecksilberhaltige Pyknometer und quecksilberhaltige Messinstrumente zur Bestimmung des Erweichungspunktes.

Die Beschränkungen gelten nicht für Messinstrumente, die am 3. Oktober 2007 älter als 50 Jahre waren und in öffentlichen Ausstellungen zu kulturellen und historischen Zwecken auszustellende Messinstrumente.

Phenylquecksilberverbindungen fallen unter den Eintrag 62 des Anhang XVII von REACH. Zu diesen Verbindungen zählen Phenylquecksilberacetat (CAS-Nr. 62-38-4), Phenylquecksilberpropionat (CAS Nr. 103-27-5), Phenylquecksilber-2-ethylhexanoat (CAS-Nr. 13302-00-6), Phenylquecksilberoctanoat (CAS-Nr. 13864-38-5) und Phenylquecksilberneodecanoat (CAS-Nr. 26545-49-3). Für diese Verbindungen gilt, dass sie nach dem 10. Oktober 2017 weder als Stoff noch in Gemischen hergestellt, in Verkehr gebracht oder verwendet werden dürfen, wenn die Quecksilberkonzentration in den Gemischen 0,01 Gewichtsprozent beträgt oder übersteigt, und dass Erzeugnisse oder deren Bestandteile, die einen oder mehrere dieser Stoffe enthalten, nach dem 10. Oktober 2017 nicht in Verkehr gebracht werden dürfen, wenn die Quecksilberkonzentration in den Erzeugnissen bzw. deren Bestandteilen 0,01 Gewichtsprozent beträgt oder übersteigt.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

Quecksilber ist nach CLP-Verordnung harmonisiert eingestuft (siehe Tabelle 44). Diese harmonisierte Einstufung ist zwingend anzuwenden.

Tabelle 44: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Quecksilber

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
080-001-00-0	231-106-7	7439-97-6	Quecksilber
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
Akut Tox. 2	H330	Gesundheitsschädlich bei Einatmen	GHS06
STOT RE 1	H372	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt	
Aquatisch Akut 1	H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.	
Aquatisch Chronisch 1	H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.	
Repr. 1B	H360 D	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen	
			Gefahr

Weitere harmonisierte Einstufungen von Quecksilberverbindungen sind in der Tabelle 45 zusammengefasst.

Tabelle 45: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Quecksilberverbindungen

Stoffname	EG-Nummer	Indexnummer	Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis
Quecksilber(I)-chlorid	233-307-5	080-003-00-1	Akute Tox. 4, Skin Irrit. 2, Eye Irrit. 2, STOT SE 3, Aquatisch Akut 1, Aquatisch Chronisch 1	H302, H315, H319, H335, H400, H410
Phenylquecksilberacetat	200-532-5	080-011-00-5	Akute Tox. 3, Skin Corr. 1B, STOT RE 1, Aquatisch Akut 1, Aquatisch Chronisch 1	H301, H314, H372, H400, H410

Einige Quecksilberverbindungen weisen derzeit keine harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung nach CLP auf. Die Selbsteinstufungen sind nachfolgend gelistet:

- Quecksilber(II)-oxid: EG-Nr. 244-654-7, CAS Nr. 21908-53-2, Akute Tox. 1, Akute Tox. 2, Akute Tox 3, STOT RE 2, Aquatisch akut 1, Aquatisch chronisch 1, Repr. 2
- Quecksilber(II)-sulfid: EG-Nr. 215-696-3, CAS Nr. 1344-48-5, Skin Sens. 1
- Quecksilber(II)-sulfat: EG-Nr. 231-992-5, CAS Nr. 7783-35-9, Akute Tox. 1, Akute Tox. 2, Akute Tox. 3, Aquatisch akut 1, STOT RE 2, Aquatisch chronisch 1, nicht klassifiziert.
- Quecksilber(II)-nitrat: EG-Nr. 233-152-3, CAS Nr.10045-94-0, Ox. Sol. 2, Akute Tox. 1, Akute Tox. 2, Akute Tox. 3, Aquatisch akut 1, Aquatisch chronisch 1, Aquatisch chronisch 3, STOT RE 2, STOT SE 1, Lact.
- Methylquecksilbersalz: EG-Nr. 694-823-8, CAS Nr. 22967-92-6, Akutw Tox. 1, Akute Tox. 2, STOT RE 2, Aquatisch akut 1, Aquatisch chronisch 1
- Phenylquecksilberpropionat: EG-Nr. 203-094-3, CAS Nr. 103-27-5, Akute Tox. 1, Akute Tox. 2, STOT RE 2, Aquatisch akut 1, Aquatisch chronisch 1
- Phenylquecksilber-2-ethylhexanoat: EG-Nr. 236-326-7, CAS Nr. 13302-00-6, Akute Tox. 1, Akute Tox. 2, STOT RE 2, Aquatisch chronisch 1
- Phenylquecksilberneodecanoat: EG-Nr. 247-783-7, CAS Nr. 26545-49-3, Akute Tox. 1, Akute Tox. 2, STOT RE 2, Aquatisch akut 1, Aquatisch chronisch 1, Skin Corr. 1, Eye Dam. 1.

Für Phenylquecksilberoctanoat gibt es derzeit keinen Eintrag im Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis.

Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 über kosmetische Mittel

Basierend auf Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 (Kosmetik-Verordnung) ist Quecksilber in Anhang II der verbotenen Stoffe unter der Referenznummer 221 gelistet. Demnach dürfen kosmetische Mittel Quecksilber nicht enthalten (max. Grenzwert: 0%).

Minamata – Übereinkommen

Das internationale Minamata-Übereinkommen wurde mit dem Ziel verabschiedet, die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor anthropogenen Emissionen und Freisetzungen von Quecksilber und Quecksilberverbindungen zu schützen. Österreich hat dieses Übereinkommen als einer der ersten Staaten weltweit am 10. Oktober 2013 unterzeichnet und am 12. Juni 2017 ratifiziert. Für Österreich ist das neue multilaterale Übereinkommen zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit seit 10. September 2017 völkerrechtlich verbindlich und weiters veröffentlicht unter BGBl. III Nr. 108/2017. Die letzte Änderung erfolgte durch BGBl. III Nr. 102/2020. Das Minamata

Übereinkommen verpflichtet die Vertragsstaaten zu Emissionsminimierungs- sowie Monitoringmaßnahmen.

Verordnung (EU) Nummer 2017/852 über Quecksilber und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nummer 1102/2008 (EU-Quecksilberverordnung)

Die Verordnung regelt den gesamten Lebenszyklus von Quecksilber, verbietet den Export von Quecksilber und quecksilberhaltigen Verbindungen, verbietet die Herstellung, den Export und Import von quecksilberhaltigen Erzeugnissen, und enthält abfallrechtliche Bestimmungen zur sicheren Lagerung. Die Verordnung enthält außerdem das Ziel, die Verwendung von Dentalamalgam zu verringern und schließlich komplett zu eliminieren. Um eine Freisetzung zu vermeiden, werden in Artikel 11 des Minamata-Übereinkommens unter anderem hohe Anforderungen an die Lagerung und Entsorgung von Quecksilberabfällen festgelegt. Diese Anforderungen werden durch die Artikel 11 bis 14 der Verordnung (EU) Nummer 2017/852 über Quecksilber und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nummer 1102/2008 (EU-Quecksilberverordnung) in europäisches Recht umgesetzt.

Nationaler Maßnahmenplan zur schrittweisen Verringerung der Verwendung von Dentalamalgam in Österreich gem. EU-VO 2017/852

Gemäß Erwägungsgrund 21 der EU-VO 2017/852 über Quecksilber ist die Verwendung von Quecksilber in Dentalamalgam die häufigste Form der Verwendung von Quecksilber in der Europäischen Union und eine erhebliche Umweltverschmutzungsquelle. Die Verwendung von Dentalamalgam sollte daher gemäß dem Übereinkommen von Minamata über Quecksilber von 2013 und nationalen Plänen schrittweise verringert werden, und zwar hauptsächlich im Zuge der Maßnahmen, die in Anlage A Teil II des Übereinkommens aufgeführt sind. In Österreich gibt es dazu einen nationalen Maßnahmenplan zur schrittweisen Verringerung der Verwendung von Dentalamalgam gem. EU-VO 2017/852 (BMASGK, 2019).

Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates

In Anhang II der Verordnung sind für Quecksilber und seine Verbindungen (als Hg) folgende Schwellenwerte für die Freisetzung festgelegt: 10 kg/Jahr in die Luft, 1 kg/Jahr in Gewässer sowie 1 kg/Jahr in den Boden. Betreiber von Betriebseinrichtungen, in denen eine oder mehrere der in Anhang I der Richtlinie beschriebenen Tätigkeiten durchgeführt werden und in denen die in Anhang I festgelegten Kapazitätsschwellenwerte überschritten werden, müssen laut Artikel 5 der Richtlinie ihren zuständigen Behörden jährlich Freisetzungen in Luft, Wasser und Boden mitteilen, wenn die im Anhang II festgelegten Schwellenwerten überschritten werden.

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Für Emissionen in das Abwasser liegen in den BVT Schlussfolgerungen folgende BAT-AEL vor:

- Eisen und Stahl:
Sinteranlagen - Summe an Schwermetallen (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn): 0,1 mg/L,
Pelletieranlagen - Summe an Schwermetalle (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn): 0,55 mg/l
- Großfeuerungsanlagen: Einleitungen von Schadstoffen aus der Abgasbehandlung in ein Aufnahmegewässer: 0,2-3 µg/L
- Mineralöl und Gas: 0,000 1-0,001 mg/L
- Nichteisenmetalle: 0,005-0,02 mg/L (Kupferherstellung); ≤ 0,05 mg/L (Blei- und/oder Zinnherstellung, Zink- und/oder Cadmiumherstellung, Nickel- und/oder Kobaltherstellung, Herstellung von Edelmetallen und von Ferrolegierungen)
- Abfallbehandlung: 0,5-5 µg/L für die mechanische Behandlung von metallischen Abfällen im Schredder, die Behandlung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten, die VFC und/oder VHC enthalten, die mechanisch-biologische Abfallbehandlung, die erneute Raffination von Altöl, die chemisch-physikalische Behandlung von heizwertreichen Abfällen, die chemisch-physikalische Behandlung von festen und/oder pastösen Abfällen, die Regenerierung verbrauchter Lösemittel, die Bodenwäsche von ausgehobenen kontaminierten Böden mit Wasser und 1-10 µg/L für die Behandlung von wasserbasierten flüssigen Abfällen

- Abfallverbrennung: 0,001-0,01 mg/L (Direkt- und Indirekteinleitungen von Abwässern aus der Abgasreinigung)

Für Quecksilber-Emissionen in die Luft ist in den BVT-Schlussfolgerungen Abfallbehandlung ein Grenzwert für die mechanische Behandlung von quecksilberhaltigen Elektro- und Elektronik-Altgeräten angegeben (2-7 µg/Nm³). Weiters sollen Abfälle hinsichtlich ihres Gehalts an Metallen überwacht werden. Die BVT Schlussfolgerungen der Chlor-Alkaliindustrie sehen während der Stilllegung bzw. des Umrüstens von Amalgamanlagen eine Umweltschutzstufe für Quecksilberemissionen in das Wasser von 3-15 µg/L in Mischproben vor. Die BVT-Schlussfolgerungen für Eisen und Stahl geben einen Emissionswert in die Luft von <0,05 mg/Nm³ (Elektrostahlerzeugung einschließlich Gießen) vor <0,03-0,05 mg/Nm³ (Sinteranlagen) vor. Die BVT Schlussfolgerungen Großfeuerungsanlagen geben bei der Mitverbrennung von Abfällen mit Stein- und/oder Braunkohle einen BAT-AEL in die Luft von <1-10 µg/Nm³ bei Feuerungsleistungen unter 300 MWth und von <1-7 µg/Nm³ bei einer Feuerungsleistung über 300 MWth an. Bei der Mitverbrennung von Abfällen mit Biomasse und/oder Torf ist der BAT-AEL von <1-5 µg/Nm³ einzuhalten. Für Kombinierte Gas- und Dampfturbinen-Prozesse mit integrierter Vergasung ist weiters ein Wert von 1 µg/Nm³ für entstehende Staub- und partikelgebundene Metallemissionen in die Luft einzuhalten. In den BVT Schlussfolgerungen Abfallverbrennung wird für Quecksilberemissionen in die Luft ein BAT- AEL von <5-20 µg/Nm³ (Tagesmittelwert) bzw. 1-10 µg/Nm³ (Langzeit- Probenahmezeitraum) angegeben. Die BVT-Schlussfolgerungen Nichteisenmetalle sieht für Quecksilber und seine Verbindungen in die Luft aus pyrometallurgischen Prozessen mit quecksilberhaltigen Rohstoffen einen Grenzwert von 0,01-0,05 mg/Nm³ vor.

In Anhang VI der IER (Technische Bestimmungen für Abfallverbrennungs- und Abfallmitverbrennungsanlagen) wird ein Emissionsgrenzwert für Ableitungen von Abwasser aus der Abgasreinigung für Quecksilber und Quecksilberverbindungen (als Hg) festgelegt (0,03 mg/L). Darüber hinaus werden in Anhang VI Emissionsgrenzwerte für Abfallverbrennungs- und Abfallmitverbrennungsanlagen in die Luft festgelegt (0,05 mg/Nm³).

Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL), Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und Richtlinie 2013/39/EU zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik

Quecksilber und Quecksilberverbindungen sind als prioritäre gefährliche Stoffe eingestuft und somit sind Emissionen, Einleitungen und Verluste schrittweise einzustellen.

Emissionsregisterverordnung 2017 (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017 idgF)

Da Quecksilber einen prioritären Stoff darstellt und in zahlreichen Bescheiden geregelt ist, wird er in EMREG-OW erfasst.

Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996 idgF) und branchenspezifische Abwasseremissionsverordnungen

Quecksilber wird in zahlreichen Abwasseremissionsverordnungen (AEV) begrenzt:

- AAEV - Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996 idgF)
- AEV 1.4 - Medizinischer Bereich (BGBl. II Nr. 268/2003 idgF)
- AEV 3.2 - Textilveredelung und -behandlung (BGBl. II Nr. 269/2003 idgF)
- AEV 4.2 - Verbrennungsgas (BGBl. II Nr. 271/2003 idgF)
- AEV 4.4 - Wasseraufbereitung (BGBl. Nr. 892/1995 idgF)
- AEV 4.5 - Wasch- und Chemischreinigungsprozesse (BGBl. II Nr. 2 67/2003 idgF)
- AEV 4.6 - Abluftreinigung (BGBl. II Nr. 218/2000 idgF)
- AEV 5.9 - Öle und Fette (BGBl. Nr. 1079/1994 idgF)
- AEV 6.3.1 - Petrochemie (BGBl. II Nr. 7/1999 idgF)
- AEV 6.3.2 - anorganische Pigmente (BGBl. II Nr. 6/1999 idgF)
- AEV 6.3.3 - Kunststoffe (BGBl. II Nr. 8/1999 idgF)
- AEV 6.3.4 - Pharmazeutika (BGBl. II Nr. 212/2000 idgF)
- AEV 6.3.5 - anorganische Düngemittel (BGBl. Nr. 669/1996 idgF)
- AEV 6.3.6 - Kleb- und Anstrichstoffe (BGBl. II Nr. 5/1999 idgF)
- AEV 6.3.8 - Pflanzenschutzmittel (BGBl. Nr. 668/1996 idgF)
- AEV 6.3.12 - Soda (BGBl. Nr. 92/1996 idgF)
- AEV 6.3.15 - Anorganische Chemikalien (BGBl. II Nr. 273/2003 idgF)

- AEV 6.3.16 - Organische Chemikalien (BGBl. II Nr. 272/2003 idgF)
- AEV 6.4 - Oberflächenbehandlung (BGBl. II Nr. 44/2002 idgF)
- AEV 6.5 - Erdölverarbeitung (BGBl. II Nr. 344/1997 idgF)
- AEV 6.7 - Explosivstoffe (BGBl. II Nr. 270/2003 idgF)
- AEV 7 - Druck - Foto (BGBl. II Nr. 45/2002 idgF)
- AEV 8.1 - Nichteisen - Metallindustrie (BGBl. Nr. 889/1995 idgF)
- AEV 8.2 - Eisen - Metallindustrie (BGBl. II Nr. 345/1997 idgF)
- AEV 8.5 - Edelmetalle und Quecksilber (BGBl. II Nr. 348/1997 idgF)
- AEV 9 - Fahrzeugtechnik (BGBl. II Nr. 265/2003 idgF)
- AEV 12.1 - Deponiesickerwasser (BGBl. II 263/2003 idgF)
- AEV 12.2 - Abfallbehandlung (BGBl. II Nr. 9/1999 idgF)

Explizite Verbote werden darüber hinaus in folgenden AEVs festgelegt:

- AEV 7 - Druck - Foto (BGBl. II Nr. 45/2002 idgF): Verbot von Quecksilber in Abwässern aus bestimmten Tätigkeiten
- AEV 3.2 - Textilveredelung und -behandlung (BGBl. II Nr. 269/2003 idgF): Verbot von Quecksilber und seinen Verbindungen aus dem Einsatz als Konservierungsmittel in Abwässern aus bestimmten Tätigkeiten
- AEV 4.1 - Kühlsysteme und Dampferzeuger (BGBl. II Nr. 266/2003 idgF): Verbot von anorganischen Verbindungen des Quecksilbers im Abwasser
- AEV 6.3.13 - Chlor-Alkali-Elektrolyse (BGBl. Nr. 672/1996 idgF): Verbot von Quecksilber in Abwässern aus bestimmten Tätigkeiten

Indirekteinleiterverordnung (IEV, BGBl. II Nr. 222/1998 idgF)

Für Quecksilber legt die IEV in Anlage B den Schwellenwert mit 0,02 g/d fest, ab dem eine Indirekteinleitung einer wasserrechtlichen Bewilligung bedarf.

Richtlinie (EU) 2020/2184 und Richtlinie 98/83/EG über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

Die Trinkwasserrichtlinie setzt für Quecksilber einen Grenzwert von 1 µg/L fest. Dieser Grenzwert wurde auch in die österreichische Trinkwasserverordnung (BGBl. II Nr. 304/2001 idgF) übernommen.

Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung

Der Anhang II Teil B der Grundwasserrichtlinie (GWRL, 2006/118/EG) enthält Quecksilber. Die GWRL definiert Kriterien zur Beurteilung des guten chemischen Zustands und von Trends und verlangt Maßnahmen zur Verhinderung oder Begrenzung des Eintrags von Schadstoffen in das Grundwasser.

Verordnung über natürliche Mineralwässer und Quellwässer (Mineralwasser- und Quellwasser-verordnung), BGBl. II Nr. 309/1999, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 500/2004

Nach der Mineralwasser- und Quellwasserverordnung ist für Quecksilber für natürlich vorkommende Bestandteile in natürlichen Mineralwässern ein Grenzwert von 0,001 mg/L festgesetzt.

Verordnung (EU) 2019/1009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003

Nach Verordnung (EU) 2019/1009 sind für Quecksilber folgende Grenzwerte einzuhalten:

- in organischen Düngern, organisch-mineralischen Düngern, anorganischen Makronährstoff-Düngern: 1 mg Hg/kg TM
- in anorganischem Spurennährstoff-Düngemitteln: 100 mg Hg/kg des Gesamtgehaltes an Spurenstoffen (d.h. Bor, Kobalt, Kupfer, Eisen, Mangan, Molybdän und Zink)
- in Kalkdüngemitteln, organischen Bodenverbesserungsmitteln, anorganischen Bodenverbesserungsmitteln, Kultursubstrat, Pflanzen-Biostimulans: 1 mg Hg/kg TM

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes 1994 erlassen werden (Düngemittelverordnung 2004), StF: BGBl. II Nr. 100/2004, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 71/2019

Nach der österreichischen Düngemittelverordnung gelten folgende Schwermetall-Frachtenregelungen: Düngemittel, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsmittel dürfen nur

dann in Verkehr gebracht werden, wenn folgende Schwermetallfrachten gemäß der in der Kennzeichnung angegebenen maximalen Aufwandmenge auf landwirtschaftlichen Nutzflächen nicht überschritten werden:

- 10 g/ha Quecksilber in einem Zeitraum von zwei Jahren
- 5 g/ha Quecksilber in einem Zeitraum von einem Jahr

Des Weiteren gelten für Quecksilber folgende Grenzwerte: 1 mg/kg TM für Düngemittel, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsmittel, 1 mg/kg P₂O₅ für mineralische Düngemittel mit mehr als 5% P₂O₅ und 0,5 mg/kg TM für Kultursubstrate.

Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom (14. Juni 2006) über die Verbringung von Abfällen

In Anhang V der Verordnung 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen sind Abfälle angeführt, für die ein Ausfuhrverbot gilt. Der Anhang V ist in drei Teile geteilt. Teil 1 umfasst zwei Listen: Liste A, in welcher Abfälle aufgeführt sind, die gemäß dem Basler Übereinkommens als gefährliche Abfälle eingestuft sind und daher unter das Ausfuhrverbot fallen, und Liste B, in welcher Abfälle angeführt sind, die nicht vom Basler Übereinkommen erfasst werden und deshalb nicht unter das Ausfuhrverbot fallen. Wenn ein Abfall nicht in Teil 1 fällt, muss geprüft werden, ob er in Teil 2 oder 3 fällt. Wenn das zutrifft gilt ebenfalls ein Ausfuhrverbot. Dennoch können Abfälle, welche in Teil 1 Liste B fallen unter bestimmten Bedingungen, z.B. wenn eine umweltgerechte Verwertung verhindert wird, unter ein Ausfuhrverbot fallen.

In Teil 1 Liste A (Anlage VIII des Basler Übereinkommens) sind unterschiedliche Abfälle (z.B. Metallabfälle), die Quecksilber und/oder Quecksilberverbindungen enthalten, gelistet. Teil 1 Liste B (Anlage IX des Basler Übereinkommens) enthält ebenfalls spezifische Bestimmungen zu Quecksilber.

Verordnung (EU) 2020/1245 der Kommission vom 2. September 2020 zur Änderung und Berichtigung der Verordnung (EU) Nr. 10/2011 über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen

Für Quecksilber ist als Migrationsgrenzwert (SML, Grenzwert für einen Stoff, der aus Materialien und Gegenständen aus Kunststoff migriert) ein SML von „nicht nachweisbar“ festgesetzt.

Verordnung (EU) Nr. 231/2012 der Kommission vom 9. März 2012 mit Spezifikationen für die in den Anhängen II und III der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates aufgeführten Lebensmittelzusatzstoffe; Verordnung über andere Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (ZuV), StF: BGBl. II Nr. 383/1998, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 67/2014

Für Quecksilber sind je nach Lebensmittelzusatzstoff bestimmte Höchstwerte festgesetzt. So liegt beispielsweise für den Zusatzstoff E100 (Kurkumin) für Quecksilber der Höchstwert bei 1 mg/kg.

Die Umsetzung der Verordnung (EU) 231/2012 in nationales Recht erfolgt durch die Verordnung über andere Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (BGBl. II Nr. 383/1998 idgF).

Verordnung über Aromen und deren Ausgangsstoffe (Aromenverordnung), BGBl. II Nr. 42/1998 idgF

Nach der Aromenverordnung darf in Aromen für Quecksilber ein Grenzwert von 1 mg/kg nicht überschritten werden.

Verordnung der Oö. Landesregierung betreffend Bodengrenzwerte (Oö. Bodengrenzwerte-Verordnung 2006), LGBl. Nr. 50/2006 idgF

Nach der oberösterreichischen Bodengrenzwerte-Verordnung ist für Quecksilber ein Vorsorgewert von 0,5 mg/kg luftgetrocknetem Boden, eine zulässige jährliche Schadstofffracht über alle Eintragspfade von 1,5 g/ha zulässige jährliche Fracht sowie ein Prüfwert von 1 mg/kg luftgetrocknetem Boden festgesetzt.

Verordnung der Oö. Landesregierung über die Ausbringung von Klärschlamm auf Böden (Oö. Klärschlammverordnung 2006), LGBl. Nr. 62/2006 idgF

Für Klärschlamm, der auf Böden ausgebracht werden soll, ist nach der Oö. Klärschlammverordnung gemäß Oö. Bodenschutzgesetz 1991 für Quecksilber ein Grenzwert von 7 mg/kg Trockensubstanz festgelegt. Für Böden, auf die Klärschlamm ausgebracht werden soll ist ein Quecksilber-Grenzwert von 0,5 mg/kg luftgetrocknetem Boden festgesetzt.

Nö. Klärschlammverordnung, LGBl. 6160/2-0 idgF

Basierend auf der niederösterreichischen Klärschlammverordnung sind Böden, auf die erstmalig eine Ausbringung von Klärschlamm erfolgen soll, auf Quecksilber im Oberboden zu untersuchen. Für Verträglichkeitsgutachten ist ein zulässiger Grenzwert von 1 mg/kg Trockensubstanz für Quecksilber festgesetzt.

Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung über die Aufbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Böden (Steiermärkische Klärschlammverordnung 2007), LGBl. Nr. 89/2007 idgF

Nach der Steiermärkischen Klärschlammverordnung darf der Grenzwert für Quecksilber von 2 mg/kg Trockensubstanz im Klärschlamm nicht überschritten werden. Für landwirtschaftliche Böden liegt der Grenzwert bei 0,5 mg Quecksilber/kg lufttrockenen Feinboden. Des Weiteren dürfen jährlich auf landwirtschaftliche Böden (alternativ dazu: und Klärschlammkompost) höchstens 5 g Hg/ha auf Ackerland sowie 2,5 g Hg/ha auf Grünland über Klärschlamm aufgebracht werden.

Verordnung der Burgenländischen Landesregierung über die Aufbringung von Klärschlamm und Müllkompost auf landwirtschaftlichen Böden (Bgl. Klärschlamm- und Müllkompostverordnung), LGBl. Nr. 82/1991 idgF

Basierend auf der burgenländischen Klärschlamm- und Müllkompostverordnung gilt im Burgenland für Klärschlamm, der auf landwirtschaftliche Böden aufgebracht werden soll, dass der festgesetzte Grenzwert für Quecksilber nicht um mehr als 10% überschritten werden darf. Bei einer Überschreitung muss der Mittelwert des Quecksilbergehalts der letzten drei Untersuchungen unter den folgenden Grenzwerten liegen: 2 mg Hg/kg Trockensubstanz für die Güteklasse I sowie 10 mg Hg/kg Trockensubstanz für die Güteklasse II.

In Müllkompost, welcher auf landwirtschaftlichen Böden aufgebracht werden soll, darf der angegebene Grenzwert nicht um mehr als 10% überschritten werden, wobei bei einer derartigen Überschreitung der Mittelwert des Quecksilbergehalts der letzten drei Untersuchungen unter den folgenden Grenzwerten liegen muss: 0,7 mg Hg/kg Trockensubstanz für die Güteklasse I sowie 4 mg Hg/kg Trockensubstanz für die Güteklasse II.

Der Grenzwert für Quecksilber in Boden (Aufbringung von Klärschlamm oder Müllkompost) liegt bei 1,5 mg/kg Trockensubstanz.

Auf landwirtschaftliche Böden darf jährlich höchstens folgende Frachten an Quecksilber über Klärschlamm aufgebracht werden: 25 g/kg für Ackerland sowie 12,5 g/kg für Wiesen und Weiden. Die zulässigen Jahresfrachten können verdoppelt werden, wenn im vorangegangenen Jahr eine Klärschlammaufbringung unterblieben ist.

Verordnung der Landesregierung Vorarlberg zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz der Bodenqualität (Bodenqualitätsverordnung), LGBl. Nr. 77/2018 idgF

Die Bodenqualitätsverordnung des Landes Vorarlberg setzt für Quecksilber im Boden einen Grenzwert von 1 mg/kg TM fest. Als Vorsorgewert gilt ein Gehalt von 0,5 mg/kg TM, was bedeutet, dass wenn der Quecksilbergehalt des Bodens diesen Wert überschreitet, die Ausbringung von Materialien auf diesen Boden nur noch eingeschränkt nach bestimmten Bestimmungen zulässig ist. Weiters darf sich bei der Untersuchung von allen zur Ausbringung auf den Boden bestimmten Materialien, ausgenommen Klärschlammkompost, keine Überschreitung des Grenzwertes von 0,7 mg Hg/kg TM ergeben. Zur Herstellung von zur Ausbringung auf den Boden bestimmtem Klärschlammkompost darf nur biologisch stabilisierter Klärschlamm verwendet werden, bei dem die jeweils letzte Untersuchung keine Überschreitung eines Grenzwertes für Quecksilber von 2 mg/kg TM ergeben hat. Bei der Untersuchung des Klärschlammkompostes darf ein Grenzwert für Quecksilber von 1 mg/kg TM nicht überschritten werden.

Verordnung der Landesregierung Vorarlberg über die Ausbringung von Klärschlamm, LGBl. Nr. 75/1997 idgF

Basierend auf der Vorarlberger Verordnung über die Klärschlammausbringung darf zur Herstellung von Klärschlammdünger nur biologisch stabilisierter Klärschlamm von Abwasserreinigungsanlagen verwendet werden, bei denen die Untersuchung des Klärschlamm keine Überschreitung des Grenzwertes für Quecksilber von 4 mg/kg TM ergeben hat. Des Weiteren darf Klärschlammdünger auf Flächen nicht ausgebracht werden, deren Boden im Hinblick auf seine physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften für die Ausbringung von Klärschlamm nicht geeignet ist. Dies ist insbesondere der Fall, wenn der Oberboden nur eine geringe Bindungsstärke in Bezug auf Schwermetalle oder organische Schadstoffe aufweist oder wenn mit einer erheblichen

Beeinträchtigung des Grundwassers durch diese Stoffe zu rechnen ist, und der Gehalt des Bodens an Quecksilber nicht den Grenzwert von 1 mg/kg lufttrockenem Bodens überschreitet.

Verordnung über die Verbrennung von Abfällen (Abfallverbrennungsverordnung – AVV, BGBl. II Nr. 389/2002 idgF)

Die AVV enthält vor allem Grenzwerte für Emissionen in die Luft (Anlage 1 und 2) sowie Vorgaben zu deren Einhaltung. Weiters werden in der AVV Grenzwerte für die Schadstoffgehalte von Abfällen, die in Zementanlagen, Kraftwerken und sonstigen Mitverbrennungsanlagen verbrannt werden, festgelegt. Die folgende Emissionsgrenzwerte werden vorgegeben:

- Verbrennungsanlagen - Emissionswert von 0,05 mg/m³ trockenes Abgas und bezogen auf 11% Sauerstoff (Halbstundenmittelwerte) bzw. 0,03 mg/m³ (Tagesmittelwert)
- Zementerzeugungsanlagen - Gesamtemissionswert von 0,05 mg/m³ trockenes Abgas und bezogen auf 10% Sauerstoff (Halbstunden- und Tagesmittelwerte) bzw. 0,03 mg/m³ (Jahresmittelwert)

Verordnung über weitere Verbote und Beschränkungen bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Fertigwaren (Chemikalien-Verbotsverordnung 2003 – Chem-VerbotsV 2003) (BGBl. II Nr. 477/2003 idgF)

Gemäß der Verordnung ist das Inverkehrsetzen und die Verwendung von Quecksilberverbindungen als Stoffe sowie als Bestandteile von Stoffen und Zubereitungen, die i) zur Aufbereitung von Brauchwasser im industriellen, gewerblichen und kommunalen Bereich, unabhängig von seiner Verwendung, oder ii) zur Imprägnierung von strapazierfähigen industriellen Textilien und von zu deren Herstellung vorgesehenen Garnen bestimmt sind, ist verboten. Weiters verbietet die Verordnung die Herstellung, das Inverkehrsetzen und die Verwendung von Antifoulings, die Quecksilberverbindungen enthalten.

Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie betreffend eine Wasserstraßen-Verkehrsordnung (WVO) (BGBl. II Nr. 31/2019 idgF)

Gemäß dieser Verordnung ist es verboten, zum Anstrich von Fahrzeugen (Binnenschiffe, einschließlich Kleinfahrzeuge und Fähren sowie schwimmende Geräte und Seeschiffe) Antifoulingfarben zu verwenden, die Quecksilberverbindungen enthalten.

Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über ein Verbot bestimmter gefährlicher Stoffe in Pflanzenschutzmitteln (BGBl. Nr. 97/1992 idgF)

Quecksilber und Zubereitungen mit Quecksilber dürfen nicht als Pflanzenschutzmittel verwendet werden.

ÖPUL – österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft

Der Haupteintrag von Gesamtquecksilber auf die Fläche erfolgt über die atmosphärische Deposition und in weiterer Folge über die Erosion. Flächendeckende Maßnahmen zur Erhaltung von Dauergrünland und Strukturelementen (Verpflichtung zur Erhaltung von Dauergrünland, Anlage von Biodiversitätsflächen und Erhaltung von Landschaftselementen, Anlage und Pflege von ökologisch wertvollen Flächen), Erosionsschutzmaßnahmen (Begrünung von Ackerflächen im Sommer und Winter, Erosionsschutzmaßnahmen Obst, Wein und Hopfen, bodennahe Gülleausbringung, Mulch- und Direktsaat) sowie die Anlage von dauerhaften Begrünungsmischungen auf besonders auswaschungsgefährdete Ackerflächen bzw. Uferrandstreifen stellen bestehende Maßnahmen dar, die den diffusen Stoffeintrag in die Gewässer verringern.

Weitere gesetzliche Regelungen

- Abfall:
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Behandlungspflichten von Abfällen (Abfallbehandlungspflichtenverordnung), BGBl. II Nr. 459/2004 idgF
 - Richtlinie 2011/97/EU des Rates vom 5. Dezember 2011 zur Änderung der Richtlinie 1999/31/EG im Hinblick auf spezifische Kriterien für die Lagerung von als Abfall betrachtetem metallischem Quecksilber
- Altfahrzeuge:

- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von Altfahrzeugen (Altfahrzeugeverordnung), BGBl. II Nr. 407/2002 idgF
- Richtlinie (EU) 2017/2096 der Kommission vom 15. November 2017 zur Änderung des Anhangs II der Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Altfahrzeuge
- Richtlinie (EU) 2016/774 der Kommission vom 18. Mai 2016 zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Altfahrzeuge
- Altlastensanierung:
 - Bundesgesetz vom 7. Juni 1989 zur Finanzierung und Durchführung der Altlastensanierung (Altlastensanierungsgesetz), BGBl. Nr. 299/1989 idgF
- Altöl:
 - Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Altöle (Altölverordnung 2002)
- Arbeitsplatz:
 - Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz 2017 (VGÜ 2017), BGBl. II Nr. 27/1997 idgF
- Batterien und Akkumulatoren:
 - Richtlinie 2006/66/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren und zur Aufhebung der Richtlinie 91/157/EWG
 - Richtlinie 2013/56/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2013 zur Änderung der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren hinsichtlich des Inverkehrbringens von Cadmium enthaltenden Gerätebatterien und -akkumulatoren, die zur Verwendung in schnurlosen Elektrowerkzeugen bestimmt sind, und von Knopfzellen mit geringem Quecksilbergehalt sowie zur Aufhebung der Entscheidung 2009/603/EG der Kommission
 - Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie vom 19. Juli 1990 über die Rücknahme und Schadstoffbegrenzung von Batterien und Akkumulatoren, BGBl. Nr. 514/1990 idgF
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von Altbatterien und -akkumulatoren (Batterienverordnung), BGBl. II Nr. 159/2008 idgF

- Chemikalien:
 - Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien
- Deponien:
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008 – DVO 2008), BGBl. II Nr. 39/2008 idgF
- Elektro- und Elektronikgeräte:
 - Richtlinie 2011/65/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten
 - Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von elektrischen und elektronischen Altgeräten (Elektroaltgeräteverordnung – EAG-VO), BGBl. II Nr. 121/2005 idgF
- Luft:
 - Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl, BGBl. II Nr. 160/1997 idgF
 - Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz – Luft, IG-L), BGBl. I Nr. 115/1997 idgF
 - Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft
- Lampen:
 - Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Rücknahme, Pfanderhebung und umweltgerechte Behandlung von bestimmten Lampen (Lampenverordnung), BGBl. Nr. 144/1992 idgF
 - Delegierte Richtlinie 2014/76/EU der Kommission vom 13. März 2014 zur Änderung des Anhangs III der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich einer Ausnahme für Quecksilber in handgefertigten Leuchtstoffentladungsröhren zur Verwendung in Anzeigen, Dekorations-, Architektur- und Spezialbeleuchtungen und in Lichtkunstwerken
 - Verordnung (EU) Nr. 1194/2012 der Kommission vom 12. Dezember 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des

- Rates im Hinblick auf die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lampen mit gebündeltem Licht, LED-Lampen und dazugehörigen Geräten
- Lebensmittel:
 - Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln
 - Verordnung (EU) 2018/73 der Kommission vom 16. Januar 2018 zur Änderung der Anhänge II und III der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf Höchstgehalte an Rückständen von Quecksilberverbindungen in oder auf bestimmten Erzeugnissen
 - Verordnung des Bundesministers für Gesundheit und öffentlicher Dienst vom 29. Juli 1987 über Höchstwerte an Quecksilber in Fischen, Krusten- und Weichtieren (Fisch-Quecksilberhöchstwertverordnung), BGBl. Nr. 391/1987 idgF
 - Recycling-Baustoffe:
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung – RBV), BGBl. II Nr. 181/2015 idgF
 - Spielzeug:
 - Richtlinie 2009/48/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Sicherheit von Spielzeug
 - Verordnung des Bundesministers für Gesundheit über die Sicherheit von Spielzeug (Spielzeugverordnung 2011), BGBl. II Nr. 203/2011 idgF
 - Schmiermittel und Kettensägenöle:
 - Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 20. September 1990 über das Verbot bestimmter Schmiermittelzusätze und die Verwendung von Kettensägenölen, BGBl. Nr. 647/1990 idgF
 - Tierernährung:
 - Verordnung (EU) 2019/1869 der Kommission vom 7. November 2019 zur Änderung und Berichtigung von Anhang I der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Höchstgehalte an bestimmten unerwünschten Stoffen in der Tierernährung
 - Ultraschallbildgebungssysteme:
 - Delegierte Richtlinie (EU) 2015/574 der Kommission vom 30. Januar 2015 zur Änderung des Anhangs IV der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich einer Ausnahme für Quecksilber in intravasculären Ultraschallbildgebungssystemen

- Verpackungen:
 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten (Verpackungsverordnung 2014), BGBl. II Nr. 184/2014 idgF

9.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen

Die Szenarienanalyse im Zuge des Projektes STOBIMO Spurenstoffe hat ergeben, dass für Quecksilber aufgrund der identifizierten Eintragspfade, Maßnahmen zur Verringerung der atmosphärischen Deposition und zur Erosionsminderung am wirkungsvollsten sind, um den Eintrag in Gewässer zu reduzieren. Für Gesamtquecksilber erzielen erosionsmindernde Maßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen in jenen Gebieten, in denen dieser Eintragspfad den Haupteintragspfad darstellt, die stärkste Wirkung. Für gelöstes Quecksilber und den Haupteintrag in Gewässer über den Oberflächenabfluss, führt die Verringerung der atmosphärischen Deposition zu einer Reduktion der Gewässerkonzentration (BMNT, 2019a).

10 Tributylzinnverbindungen

10.1 Übersicht

Zinnorganische Verbindungen sind eine Gruppe von sehr toxischen, endokrin wirksamen Substanzen. Die Stoffgruppe umfasst mono-, di-, tri- und tetrasubstituierte Substanzen, deren Alkylgruppen kovalent an ein Zinn-Atom gebunden sind. Unter Tributylzinn (TBT) sind verschiedene TBT-Derivate zusammengefasst (Müller et al. 2013; UBA, 2003). Sie haben eine hohe biozide Wirkung und zählen innerhalb der zinnorganischen Verbindungen zu den (öko-)toxikologisch bedenklichsten Verbindungen. Wichtigster Einzelstoff der TBT-Verbindungen ist das Tributylzinnoxid (TBTO). TBT-Verbindungen sind persistent, weisen ein hohes Bioakkumulationspotential sowie eine hohe Toxizität auf und sind endokrin schädigend (UBA, 2020d). So ist z.B. TBTO als PBT-Stoff (persistent, bioakkumulativ und toxisch) eingestuft (ECHA, 2020h). Des Weiteren ist TBT einer der Stoffe, der Übergewicht und assoziierte metabolische Erkrankungen im Tierversuch auslösen kann (Tinkov et al., 2019) und die Schilddrüsenaktivität stört (de Oliveira et al., 2019).

Aufgrund ihrer starken bioziden Wirkung wurde TBT unter anderem in Antifouling-Anstrichen für Schiffe, im Holz-, Textilien- und Lederschutz und in Kühlsystemen eingesetzt (UBA, 2020d; WHO, 1990). Die Verwendung von TBT als Biozid in Antifoulingfarben bei Schiffen ist seit dem Jahr 2003 verboten, da es unter anderem zu krankhaften Veränderungen im Geschlechtssystem von Vorderkiemenschnecken (Imposex, Intersex) kam. Seit 2006 ist außerdem eine Vermarktung von TBT als Biozid in der EU nicht mehr erlaubt (UBA, 2020d).

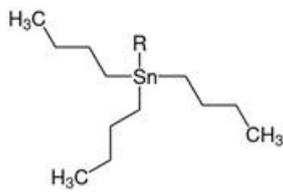
Nach Richtlinie 2019/39/EU bzw. GZÜV, Anlage 2 werden Tributylzinnverbindungen als Stoffe, die sich wie ubiquitäre PBT (persistente, bioakkumulierende und toxische) Stoffe verhalten, angeführt.

10.2 Stoffeigenschaften und Umweltverhalten

Die Gruppe der Tributylzinnverbindungen umfassen eine Vielzahl unterschiedlicher Substanzen (siehe auch ECHA, 2020i). Tabelle 46 gibt eine Übersicht über die

Stoffeigenschaften einer Auswahl an Tributylzinn-Verbindungen, die bei der Ableitung der Umweltqualitätsnormen (Europäische Kommission, 2005b) berücksichtigt wurden:

Tabelle 46: Stoffeigenschaften von Tributylzinnverbindungen (Quellen: ATSDR, 2005; Europäische Kommission, 2005b)

Name	Tributylzinnverbindungen
CAS Nummer	36643-28-4 (Tributylzinn-Kation) 688-73-3 (Tributylzinnhydrid) 1461-22-9 (Tributylzinnchlorid) 56-35-9 (Tributylzinnoxid)
EG Nummer	- (Tributylzinn-Kation) 211-704-4 (Tributylzinnhydrid) 215-958-7 (Tributylzinnchlorid) 200-268-0 (Tributylzinnoxid)
Summenformel	C ₁₂ H ₂₇ Sn ⁺ (Tributylzinn-Kation) C ₁₂ H ₂₈ Sn (Tributylzinnhydrid) C ₁₂ H ₂₇ ClSn (Tributylzinnchlorid) C ₂₄ H ₅₄ OSn ₂ (Tributylzinnoxid)
Molekulargewicht in g/mol	290,1 (Tributylzinn-Kation)
Strukturformel	
Wasserlöslichkeit in mg/L	18-61.4 (Tributylzinnoxid) 0,75 (pH 6.6) (Tributylzinnoxid)
Schmelzpunkt	< 45 °C (Tributylzinnoxid)
Siedepunkt	180 (bei 2 mmHg) (Tributylzinnoxid)
Fettlöslichkeit als log K _{ow}	3,1-4,1
Sorptionsverhalten als K _{oc}	1.030-3.750
Bioakkumulation in aquatischen Organismen als BCF in L/kg	Fische: <ul style="list-style-type: none"> • 6.000 (Durschnittswert) • <i>Cyprinodon variegatus</i>: 2.600 • <i>Cyprinodon variegatus</i>: 52.000 (Leber, TBTO) Weichtiere: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Crassostrea gigas</i>: 11.400 (TBTO) • <i>Crassostrea gigas</i>: 2.000-11.400

Name	Tributylzinnverbindungen
	<ul style="list-style-type: none"> • Ostrea edulis: 1.000-1.500 Krebstiere: <ul style="list-style-type: none"> • Rhithropanopeus harrisi: 500-4.400
Toxizität als NOEC in Frischwasser in mg/L	1 (Weichtiere, niedrigster Wert) 5-10 (Fische, Invertebraten, Algen, niedrigster Wert)
Flüchtigkeit als Dampfdruck in Pa	3.190 mPa bei 25°C
Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit als Henry-Konstante in Pa.m³/mol	-

TBT-Verbindungen sind organische Derivate von vierwertigem Zinn, die durch kovalente Bindungen zwischen drei Kohlenstoffatomen und einem Zinnatom charakterisiert sind. Die chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften hängen von der jeweiligen Verbindung ab. Zu den wichtigsten TBT-Verbindungen gehören Tributylzinnoxid, Tributylzinnhydrid und Tributylzinnchlorid (Müller et al., 2013).

Aufgrund der geringen Wasserlöslichkeit und dem lipophilen Charakter ist in natürlichen Gewässern fast das gesamte TBT an Schwebstoffe gebunden oder mit gelöstem organischem Material verbunden. Das Ausmaß der Adsorption hängt dabei von der Salinität, der Art und Größe der Partikel, dem Anteil an Schwebstoffen, der Temperatur und dem Vorhandensein von organischer Substanz ab (WHO, 1990).

Der Abbau von TBT kann sowohl biotisch als auch abiotisch erfolgen. Zur Hydrolyse kommt es jedoch nur unter extremen pH-Bedingungen. Diese ist somit in natürlichen Gewässern kaum zu erwarten. Der Abbau durch Photolyse ist in natürlichen Gewässern durch die Umgebungsbedingungen limitiert. Der biologische Abbau hängt von Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Sauerstoffzufuhr, pH-Wert, Anteil an mineralischen Elementen, leicht abbaubarem organischem Material und Mikroflora ab (ATSDR, 2005; WHO, 1990). Das meiste TBT wird jedoch durch die Adsorption an Schwebstoffe und die nachfolgende Sedimentation aus dem Wasser entfernt. Im Sediment erfolgt der Abbau wesentlich langsamer als im Wasser, Halbwertszeiten können bis zu einige Jahre betragen (ATSDR, 2005).

Erhöhte Bioakkumulation tritt aufgrund des Dissoziationsverhaltens des TBT-Kations vor allem bei pH-Werten größer 6,5 auf, wohingegen im sauren Bereich durch die dort dominierenden ionisierten hydrophoberen Formen von TBT (TBTOH und TBTCl) ein niedrigeres Bioakkumulationspotential erwartet wird (ECHA, 2008). Der

Biokonzentrationsfaktor (BCF) von TBT-Verbindungen liegt im Bereich zwischen 500 bis 11.400. Biomagnifikation scheint sich jedoch nicht besonders auf die Anreicherung von TBT in Biota auszuwirken. Was die Biokonzentration betrifft, reichert sich TBT zu einem etwas größeren Teil in Invertebraten als in Fischen an. Ein BCF von 6.000 wurde als realistischer Durchschnitt im Extremfall für die Berechnung der Konzentration in Wasser vorgeschlagen (Europäische Kommission, 2005b).

Daten zur Toxizität zeigen, dass Weichtiere am empfindlichsten auf TBT-Verbindungen reagieren. Der Unterschied zu den am empfindlichsten reagierenden Spezies der anderen taxonomischen Gruppen (Fische, Invertebraten und Algen) ist jedoch nur gering (niedrigste No Observed Effect Concentration (NOEC) für Weichtiere: 0,001 µg/L, für die anderen taxonomischen Gruppen: 0,01-0,05 µg/L) (Europäische Kommission, 2005b). TBT-Verbindungen wirken bereits bei sehr geringen Konzentrationen stark toxisch auf das endokrine System einiger Weichtierarten. Das zeigt sich in Missbildungen der Geschlechtsorgane (Imposex, Intersex) und kann sich somit auf die Reproduktion auswirken. Der Schweregrad der Fehlbildungen korreliert mit der Konzentration von TBT (Europäische Kommission, 2005b).

10.3 Quellen, Verursacher und Umwelteintrag

10.3.1 Produktion und Verwendung

TBT-Verbindungen weisen eine stark biozide Wirkung gegenüber aquatischen Organismen wie Bakterien, Pilzen, Algen, Weich- und Krebstieren auf. Sie wurden daher in unterschiedlichen Anwendungen eingesetzt: Antifouling-Anstriche für Schiffe, Materialschutz für Holz, Textilien und Leder, Dachbahnen und Sanitärsilikon sowie als Biozide in Kühlungssystemen, in Zellstoff- und Papiermühlen und in Brauereien (UBA, 2020d; WHO, 1990).

Der Einsatz von TBT-Verbindungen in Antifouling-Anstrichen bei Schiffen begann bereits in den 1960er-Jahren. Durch die negativen Effekte von TBT-Verbindungen auf aquatische Organismen wurden diese seither in vielen Ländern verboten (Müller et al., 2013). Die Verwendung von TBT in Antifoulingfarben bei Schiffen ist in Österreich seit 1990 und in der EU seit 2003 verboten. Als Biozide dürfen TBT-Verbindungen seit 2006 nicht mehr vermarktet werden.

10.3.2 Eintrag in die Umwelt

Der Eintrag von TBT in die Umwelt erfolgt hauptsächlich über anthropogene Quellen. TBT-Verbindungen gelangen vor allem durch die Anwendung von Produkten in die Umwelt, die TBT-hältige Biozide enthalten. Emissionen können auch während Produktion, Transport und Lagerung von Produkten entstehen, denen TBT-Verbindungen zugesetzt wurden. Auch durch die Ausbringung von kontaminiertem Klärschlamm kann es zu einem Eintrag in die Umwelt kommen. Es sind keine natürlichen Quellen von TBT in der Umwelt bekannt (SEPA, 2020; UBA, 2020d).

Eine Freisetzung von TBT in die Luft wird aufgrund des geringen Dampfdrucks nicht erwartet. Im Wasser wird TBT vor allem an Partikel adsorbiert. Im Sediment ist TBT persistent (ATDSR, 2005).

10.4 Umweltqualitätsnormen

Tabelle 47 stellt die UQN für Tributylzinnverbindungen gemäß Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) dar. Zudem sind weitere Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter angeführt, die zum Schutz von Prädatoren oder zum Schutz des Menschen beim Konsum von Trinkwasser abgeleitet wurden. TBT ist ein prioritärer gefährlicher Stoff nach Artikel 16 der WRRL.

Tabelle 47: Umweltqualitätsnormen für TBT für Binnenoberflächengewässer und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration).

Umweltqualitätsnorm	Tributylzinnverbindungen
JD-UQN	0,0002 µg/L
ZHK-UQN	0,0015 µg/L
Biota-UQN	-
Aquatische Lebensgemeinschaften (Benthische Organismen)	0,0046 µg/kg Feuchtgewicht 0,02 µg/kg Trockengewicht
Sediment	1,6 µg/kg Trockengewicht (bei einem TOC-Gehalt von 5% im Sediment) (Vorschlagswert Sahlin et al., 2013)

Umweltqualitätsnorm	Tributylzinnverbindungen
Tierische Top-Prädatoren der aquatischen Nahrungskette	230 µg/kg Feuchtgewicht, korrespondierende Konzentration im Wasser 0,038 µg/L
Menschliche Gesundheit durch Verzehr von Fischprodukten	15,2 µg/kg Meeresfrüchte (Feuchtgewicht), korrespondierende Konzentration im Wasser 0,0025 µg/L
Menschliche Gesundheit durch Trinkwasser	0,1 µg/L

10.5 Umweltkonzentrationen in Österreich

TBT wird in Österreich aufgrund von rechtlichen Verpflichtungen und im Zuge von Forschungsprojekten in der aquatischen Umwelt beobachtet. Tabelle 48 gibt einen ausgewählten Überblick über jene Konzentrationen, die in den letzten zehn Jahren in Österreich gemessen wurden.

Tabelle 48: TBT-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; FG: Frischgewicht; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar; TBT: Tributylzinn; TM: Trockenmasse)

Matrix	Tributylzinnverbindungen
Deposition	n.n. (n = 3, n>BG = 0; BG = 0,0002 µg/L) ¹ n.n. – 0,00053 µg/L (n = 16, n>BG = 3; BG = 0,0002) ² n.n. – 0,011 µg/L (n = 13, n>BG = 10, BG = 0,0002) ⁴
Fließgewässer	n.n. – 0,00021 µg/L (n = 3, n>BG = 1, BG = 0,0002) – vor Abwassereinleitung ³ n.n. (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,0002 µg/L) – nach Abwassereinleitung ³ n.n. - <BG (n = 7, n>BG = 0, BG = 0,0002 µg/L) ² n.n. – 0,3 µg/L (n = 718, n>BG = 12) ^{** ,7} n.n. – 7,75 µg/L (n = 168, n>BG = 46) ^{† ,7}
Grundwasser	n.n. – 0,00062 µg/L (n = 5, n>BG = 2, BG = 0,0002) ⁴ n.n. – 0,001 µg/L (n = 129, n>BG = 38, BG = 0,0002) ⁵ n.n. – 0,00081 µg/L (n = 74, n>BG = 16) ^{‡ ,7}
Kommunales Abwasser (ungereinigt)	n.n. - <BG (n = 3, n>BG = 1, BG = 0,0002 µg/L) ³ 0,00064–0,00097 µg/L (n = 6, n>BG = 6, BG = 0,0002), Zulauf Trockenwetter ⁴
Kommunales Abwasser (gereinigt)	n.n. (n = 3, n>BG = 0, BG = 0,0002 µg/L) ³ n.n. – 0,0053 µg/L (n = 6, n>BG = 4, BG = 0,0002), Ablauf bei Trockenwetter ⁴ n.n. – 0,00035 µg/L (n = 34, n>BG = 1, BG = 0,0002) ⁶ – Wochenmischproben

Matrix	Tributylzinnverbindungen
Industrielles Abwasser***	n.n. – 0,00043 µg/L (n = 20, n>BG = 3, BG = 0,0002) – industrieller Direkteinleiter* ² < BGL (n = 198, n > BG = 38) (Einleitung ins Gewässer) ^{11,****} < BG – 0,0025 µg/L (n = 223, n > BG = 59) (Einleitung in den Kanal) ^{11,****}
Mischwasser	0,00026 – 0,0018 µg/L (n = 7, n>BG = 7, BG = 0,0002) ⁴
Niederschlagswasser aus Trennkanalisation	n.n. – 0,0022 µg/L (n = 6, n>BG = 3, BG = 0,0002) ⁴
Deponiesickerwasser	n.n. – 0,0057 µg/L (n = 9, n>BG = 2, BG = 0,002) ⁸
Klärschlamm	10 – 18 µg/kg TM (n=2, n>BG = 2, BG = 1) ¹
Klärschlammkompost	1,8 – 2,4 mg/kg TM (n=2, n>BG =2, BG = 1 µg/kg TM) ¹
Schwebstoffe	n.n. (n = 17, n>BG = 0, BG = 2 µg/kg) – bei Hochwasser ² n.n. (n = 8, n>BG = 0, BG = 2 µg/kg) – bei Niederwasser ²
Boden	n.n. (n = 12, n>BG = 0, BG = 2 µg/kg) – Ackerboden ² n.n. (n = 6, n>BG = 0, BG = 2 µg/kg) – Grünlandboden ² n.n. (n = 6, n>BG = 0, BG = 2 µg/kg) – Waldboden ² n.n. (n = 2, n>BG = 0, BG = 1 µg/kg TM) – Düngefläche vor Klärschlammaufbringung ¹ n.n. (n = 2, n>BG = 0, BG = 1 µg/kg TM) – Düngefläche nach Klärschlamm-aufbringung ¹ n.n. (n = 4, n>BG = 0, BG = 1 µg/kg TM) – Referenzboden ¹
Fische	n.n. – 4,1 µg/kg FG (n = 11, n>BG = 4, BG = 0,5) ⁹ n.n. (n = 2, n>BG = 0, BG = 0,5 µg/kg FG) ^{***, 10}

* Proben unterschiedlicher Herkunft (Energiewirtschaft, Nahrungsmittel, Oberflächenbehandlung, Papier- und Zellstoff, Petrochemische Industrie, Stahlproduktion).

** n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt); Daten aus dem Zeitraum 2015-Jun 2020.

*** Zwei Poolproben aus je fünf Einzelfischen.

**** vorrangig Sickerwasser aus Abfalldeponien, Abwasser aus der physikalisch-chemischen oder biologischen Abfallbehandlung sowie Abwasser aus der Erzeugung von Papier und Pappe,

† n=Anzahl der Eintragungen; zumeist Probenahme min. 1x/Monat (Fließgewässeruntersuchungen werden mindestens 12x jährlich durchgeführt); Daten aus dem Zeitraum 2010-2014.

‡ n=Anzahl der Eintragungen; Untersuchungen 1x/Quartal; Daten aus dem Zeitraum 2015-Q2/2020.

Quellen: 1...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2016). 2...BMNT (2019a). 3...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2017). 4...BMLFUW (2014b). 5...BMNT (2018). 6...BMLFUW (2017a). 7...H2O Datenbank (Erhebung der Wassergüte in Österreich gemäß GZÜV. 8...BMLFUW (2016). 9...BMLFUW (2015). 10...Amt der Vorarlberger Landesregierung (2019). 11... EMREG-OW (Referenzjahre 2010-2018) – Jahresdurchschnittskonzentrationen berechnet aus der gemeldeten Jahresfracht (kg/a) und der Jahresabwassermenge (m³/a). Angegeben wird das 25% und das 75%-Perzentil, um Ausreißerwerte auszuschließen.

10.6 Risikobewertung

10.6.1 Oberflächengewässer

Die Ergebnisse der Risikobewertung sind in Tabelle 49 zusammengefasst. Sie basiert auf der Auswirkungsanalyse von Punktquellen (EMREG-OW und Modellierung STOBIMO) und diffusen Stoffeinträgen (Modellierung STOBIMO Spurenstoffe, BMNT 2019a), der Berücksichtigung von Zustandsausweisungen im 2. NGP sowie Monitoringdaten. Eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung enthält Kapitel 2.2 sowie BMLRT (2020a).

Tabelle 49: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Tributylzinnverbindungen

Tributylzinnverbindungen		Anzahl OWK	Anteil an Gesamt
Herkunft/Haupteintrag	Diffus	11	<0,1%
	Punktquelle	1	<0,1%
Risiko Gesamt		12	<0,1%

Unter Berücksichtigung von ergänzenden Informationen werden in Summe 12 Wasserkörper mit einem Risiko der Zielverfehlung ausgewiesen.

Für die Bewertung der Punktquellen lagen im **EMREG-OW** für TBT nur vereinzelt Emissionsdaten vor. In den Abläufen kommunaler Kläranlagen wurde TBT als nicht relevant identifiziert (BMLFUW, 2017a). Für einen der 540 Wasserkörper wurde nach Evaluierung der Berechnungen eine mögliche signifikante Beeinträchtigung durch TBT angegeben.

Bei der Auswertung der punktförmigen und der diffusen Stoffeinträge im Zuge der **Modellierung (STOBIMO Spurenstoffe)** wurde für TBT für zwei der 754 Teileinzugsgebiete ein hohes oder sehr hohes Risiko dafür berechnet, dass die UQN nicht eingehalten wird (BMNT, 2019a) (siehe Abbildung 11).

Abbildung 11: Kombinierte Risikobewertung aus STOBIMO Spurenstoffe für TBT (BMNT, 2019a)

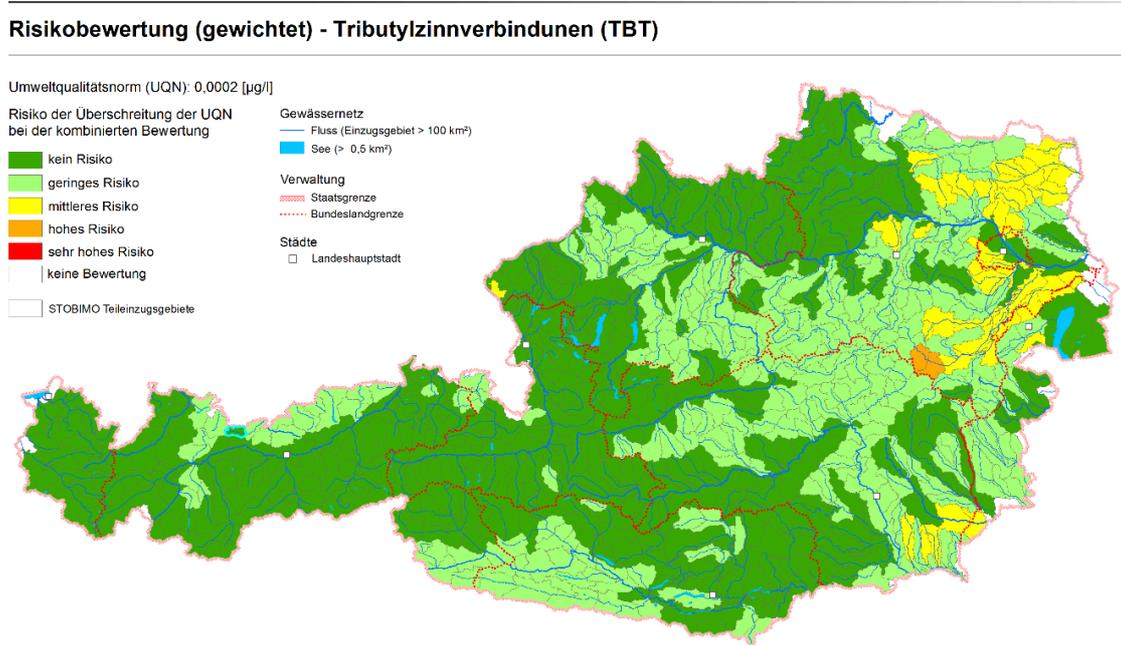
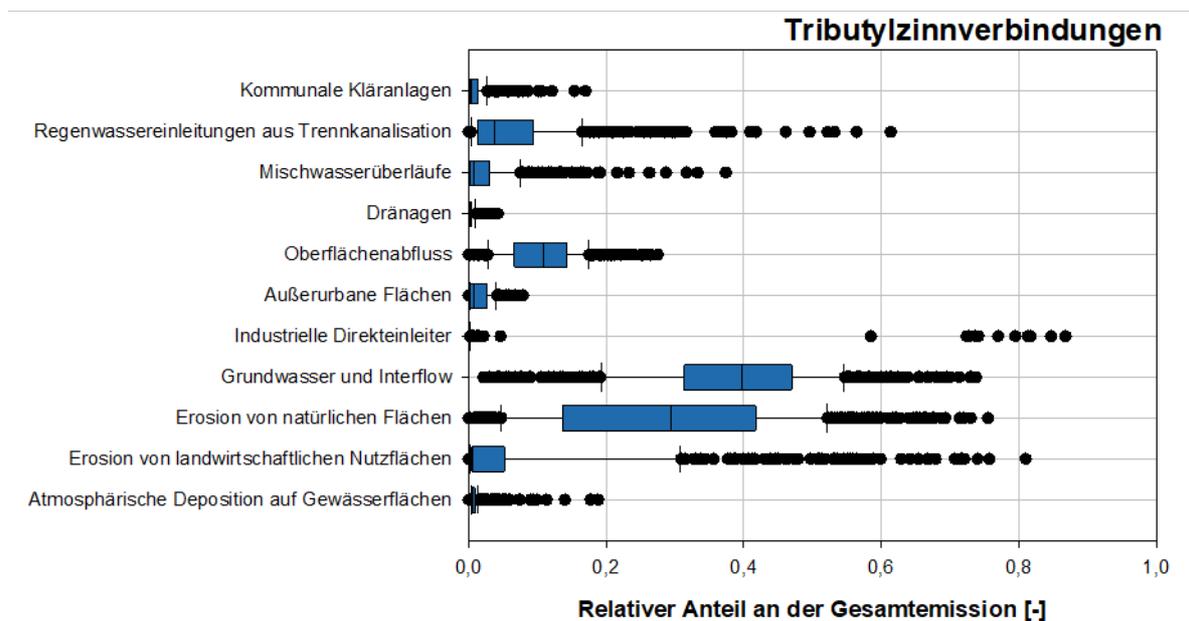


Abbildung 12: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analyse-gebiete für Tributylzinn (BMNT, 2019a)



Bei der regionalspezifischen Pfadanalyse können die relativen Frachtbeiträge der Eintragspfade am Gesamteintrag in Abhängigkeit der Charakteristika der

Untersuchungsgebiete stark schwanken. Als **Haupteintragspfade** für TBT ist in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik der unterirdische Zustrom und die Erosion aus Wald zu nennen. Abbildung 12 gibt einen Überblick über den relativen Frachtanteil der einzelnen Eintragspfade in den 754 untersuchten Teileinzugsgebieten.

10.6.2 Grundwasser

Die QZV Chemie GW sieht keine Schwellenwerte für Tributylzinnverbindungen vor.

10.7 Zustand

10.7.1 Oberflächengewässer

Eine Zusammenfassung der Zustandsbewertung in Abhängigkeit vom Bewertungstyp (siehe Kapitel 2.3) enthält Tabelle 50.

Tabelle 50: Zustandsbewertung der Fließgewässer für TBT in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge.

Tributylzinnverbindungen	Zustand (in % der Gewässerlänge)	
	gut	nicht gut
Bewertungstyp A	1,0 %	0,3 %
Bewertungstyp B	98,6 %	< 0,1 %
Bewertungstyp C	0 %	0 %
Gesamt	99,6 %	0,4 %

Für Tributylzinnverbindungen werden 99,6% der Fließgewässer mit einem guten Zustand ausgewiesen, 1% basierend auf Monitoringergebnissen (Bewertungstyp A). In 0,4% der Gewässer (betrifft die OWK 405880115, 411700001, 411700003, 804050000, 1000520040, 1000730001, 1000730010, 1000730023, 1002580000) wird ein nicht guter Zustand, im Wesentlichen auf Basis von Monitoringdaten, ausgewiesen. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um jene Gewässer, für die auch im 2. NGP ein nicht guter Zustand ausgewiesen wurde.

Im 2. NGP erfolgte die Zustandsbewertung für Tributylzinnverbindungen auf Basis von Messdaten der Überblicksweisen Überwachung. Die flächendeckende Bewertung des chemischen Zustands für TBT erfolgt erstmals im Zuge der Erstellung des dritten NGP.

Von den insgesamt 62 Seen werden betreffend Tributylzinnverbindungen alle mit einem guten chemischen Zustand ausgewiesen.

10.7.2 Grundwasser

Die Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser sieht für TBT keine Schwellenwerte vor.

10.8 Maßnahmen

10.8.1 Bestehende Maßnahmen

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

In der ECHA-Datenbank finden sich mit dem Suchbegriff Tributylzinn über 80 Einträge. Behandelt werden die Einträge Tributylzinn-Kation (CAS Nr. 36643-28-4), Tributylzinnhydrid (CAS-Nr. 688-73-3), Tributylzinnchlorid (CAS-Nr. 1461-22-9) und Tributylzinnoxid (TBTO, CAS-Nr. 56-35-9).

Kandidatenliste: TBTO (CAS-Nr. 56-35-9, EG-Nr. 200-268-0) wurde im Jahr 2008 als besonders besorgniserregender Stoff (SVHC) identifiziert und befindet sich seit 28.10.2008 auf der Kandidatenliste, nicht jedoch auf der Liste der zulassungspflichtigen Stoffe (Anhang XIV). Der Grund für die Aufnahme waren die persistenten, bioakkumulierbaren und toxischen Eigenschaften (Artikel 57d). EU- und EWR-Hersteller oder Importeure von Erzeugnissen müssen die ECHA benachrichtigen, wenn ihr Erzeugnis einen Stoff auf der Kandidatenliste enthält. Diese Verpflichtung gilt, wenn der Stoff in den betreffenden Erzeugnissen in Mengen von mehr als einer Tonne pro Produzent/Importeur pro Jahr enthalten ist und wenn der Stoff in den betreffenden Erzeugnissen in einer Konzentration von mehr als 0,1 Massen-% (w/w) enthalten ist.

Beschränkungen: Trisubstituierte zinnorganische Verbindungen sind explizit unter dem Eintrag 20 (Absatz 4) „Zinnorganische Verbindungen“ des Anhang XVII von REACH genannt; für Zinnorganische Verbindungen gilt:

1. Zinnorganische Verbindungen dürfen nicht als Stoffe oder in Gemischen in Verkehr gebracht oder verwendet werden, wenn diese als Biozide in Farben wirken, deren Bestandteile chemisch nicht gebunden sind.
2. Zinnorganische Verbindungen dürfen nicht als Stoffe oder in Gemischen in Verkehr gebracht oder verwendet werden, die als Biozide dazu dienen, an folgenden Gegenständen den Bewuchs durch Mikroorganismen, Pflanzen oder Tiere zu verhindern:
 - a) an allen Fahrzeugen unabhängig von ihrer Länge, die auf Seewasserstraßen, Wasserstraßen im Küsten- und Ästuarbereich, Binnenwasserstraßen sowie Seen eingesetzt werden;
 - b) an Kästen, Schwimmern, Netzen sowie anderen Geräten oder Einrichtungen für die Fisch- und Muschelzucht;
 - c) an völlig oder teilweise untergetauchten Geräten oder Einrichtungen jeder Art.
3. Zinnorganische Verbindungen dürfen nicht als Stoffe oder in Gemischen in Verkehr gebracht oder verwendet werden, die zur Aufbereitung von Wasser im industriellen, gewerblichen und kommunalen Bereich bestimmt sind.
4. Trisubstituierte zinnorganische Verbindungen:
 - a) Trisubstituierte zinnorganische Verbindungen wie etwa Tributylzinnverbindungen (TBT) und Triphenylzinnverbindungen (TPT) dürfen nach dem 1. Juli 2010 nicht mehr in Erzeugnissen verwendet werden, wenn die Konzentration von Zinn in dem Erzeugnis oder in Teilen davon 0,1 Gewichtsprozent übersteigt.
 - b) Erzeugnisse, die nicht mit Buchstabe a in Einklang stehen, dürfen nach dem 1. Juli 2010 nicht mehr in Verkehr gebracht werden; ausgenommen davon sind Erzeugnisse, die bereits vor diesem Zeitpunkt in der Gemeinschaft in Verwendung waren.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

Im Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis finden sich Tributylzinnverbindungen, zu dieser Gruppe zählen über 80 Einzelstoffe. Die harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung nach CLP-Verordnung zeigt Tabelle 51.

Tabelle 51: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Tributylzinnverbindungen

Index-Nummer	EG-Nummer	CAS-Nummer	Internationale chemische Identifikation
050.008-00-3	-	-	Tributylzinnverbindungen
Einstufung		Kennzeichnung	
Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Gefahrenhinweis	Gefahrenpiktogramm und Signalwort
Akute Tox. 3	H301	Giftig bei Verschlucken.	GHS06
Akute Tox. 4 *	H312	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.	
Skin Irr. 2	H315	Verursacht Hautreizungen.	
Eye Irrit. 2	H319	Verursacht schwere Augenreizung.	GHS08
STOT RE 1	H372 **	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition	
Aquatisch Akut 1	H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.	GHS09
Aquatisch Chronisch 1	H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.	
Repr. 1B	H360 FD	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.	

Die Selbsteinstufungen lt. Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis sind nachfolgend für einige Stoffe gelistet:

- Tributylzinnhydrid (EG-Nr. 211-704-4, CAS-Nr. 688-73-3): Akute Tox. 3, Akute Tox. 4, Skin Irrit. 2, Eye Irrit. 2, Repr. 1, STOT RE 1, Aquatisch Akut 1, Aquatisch Chronisch 1 (ident mit der harmonisierten Einstufung und Kennzeichnung von Tributylzinnverbindungen)
- Tributylzinnchlorid (EG-Nr. 215-958-7, CAS-Nr. 1461-22-9): Akute Tox. 3, Akute Tox. 4, Skin Irrit. 2, Eye Irrit. 2, Repr. 1, STOT RE 1, Aquatisch Akut 1, Aquatisch Chronisch 1 (ident mit der harmonisierten Einstufung und Kennzeichnung von Tributylzinnverbindungen)

- Tributylzinnoxid (EG-Nr. 200-268-0, CAS-Nr. 56-35-9) Akute Tox. 3, Akute Tox. 4, Skin Irrit. 2, Eye Irrit. 2, Repr. 1, STOT RE 1, STOT RE 2, STOT RE 3, Aquatisch Akut 1, Aquatisch Chronisch 1

Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien, letzte Änderung durch die delegierte Verordnung 2020/1068 vom 21.07.2020

Tributylzinnverbindungen (CN-Code 2931 00 95) unterliegen dem Anhang 1, Teil 1 und Teil 3. Die in Teil 1 von Anhang 1 aufgelisteten Chemikalien unterliegen dem Verfahren der Ausfuhrnotifikation. Die in Teil 3 von Anhang 1 aufgelisteten Chemikalien unterliegen dem vollständigen PIC-Verfahren nach dem Rotterdamer Übereinkommen. Die Verwendungen in Pflanzenschutzmitteln inkl. Biozide ist verboten und die Verwendung als Industriechemikalien unterliegen einer strengen Beschränkung zur Verwendung durch die Öffentlichkeit und durch Fachleute.

Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates

In Anhang II der Verordnung sind für Tributylzinn und seine Verbindungen folgende Schwellenwerte für die Freisetzung festgelegt: 1 kg/Jahr in Gewässer sowie 1 kg/Jahr in den Boden. Weiters sind für Zinnorganische Verbindungen (als Gesamt-Sn) folgende Schwellenwerte festgelegt: 50 kg/Jahr in Gewässer sowie 50 kg/Jahr in den Boden. Betreiber von Betriebseinrichtungen, in denen eine oder mehrere der in Anhang I der Richtlinie beschriebenen Tätigkeiten durchgeführt werden und in denen die in Anhang I festgelegten Kapazitätsschwellenwerte überschritten werden, müssen laut Artikel 5 der Richtlinie ihren zuständigen Behörden jährlich Freisetzungen in Luft, Wasser und Boden mitteilen, wenn die im Anhang II festgelegten Schwellenwerten überschritten werden. Im Jahr 2017 hat kein Betreiber österreichischer Betriebseinrichtungen Tributylzinn-Emissionen über dem Schwellenwert in Gewässer oder Boden gemeldet.

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Für Emissionen in das Abwasser liegen in keiner BVT Schlussfolgerung BAT-AEL für Tributylzinnverbindungen vor. Die BVT Schlussfolgerung Glasherstellung gibt jedoch für Zinnverbindungen, einschließlich Organozinn (ausgedrückt als Sn) einen BVT-assoziierten Emissionswert für Luftemissionen aus Prozessen zur Heißendvergütung in der Behälterglas Branche von 5 mg/Nm³ an.

Artikel 14 der IE-RL sieht weiters vor, dass die Genehmigungen von Industrieanlagen Emissionsgrenzwerte für die Schadstoffe des Anhang II, die in relevanter Menge emittiert werden können, beinhalten. Im Anhang II werden Zinnorganische Verbindungen als wasserrelevante Schadstoffe angeführt.

Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL), Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und Richtlinie 2013/39/EU zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik

In Anhang X (Liste der prioritären Stoffe im Bereich der Wasserpolitik) der WRRL sind Tributylzinn und seine Verbindungen als prioritär gefährliche Stoffe eingestuft. Gemäß WRRL muss die Wasserverschmutzung durch Einleitungen, Emissionen oder Verluste prioritärer gefährlicher Stoffe beendet oder schrittweise eingestellt werden.

Emissionsregisterverordnung 2017 (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017 idgF)

Da Tributylzinn ein prioritärer Stoff ist, wird er in EMREG-OW erfasst und ist in den Abwässern ausgewählter Abwasserherkunftsbereiche durch Messung zu erfassen und zu berichten.

Verordnung (EG) Nr. 782/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. April 2003 über das Verbot zinnorganischer Verbindungen auf Schiffen

Ziel der Verordnung 782/2003 ist der Schutz der Meeresumwelt und der menschlichen Gesundheit vor den schädlichen Auswirkungen zinnorganischer Verbindungen, die als

aktive Biozide in Besucherschutzsystemen von Schiffen wirken. Ab dem 1. Juli 2013 dürfen zinnorganische Verbindungen, die als Biozide in Bewuchsschutzsystemen wirken, auf Schiffen nicht aufgebracht oder wieder aufgebracht werden. Ausgenommen hiervon sind Kriegsschiffe, Flottenhilfsschiffe oder andere Schiffe, die Eigentum des Staates sind oder von diesem betrieben werden und derzeit nur für nicht gewerbliche staatliche Dienste eingesetzt werden.

Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie betreffend eine Wasserstraßen-Verkehrsordnung (WVO) (BGBl. II Nr. 31/2019)

Gemäß dieser Verordnung ist es verboten, zum Anstrich von Fahrzeugen (Binnenschiffe, einschließlich Kleinfahrzeuge und Fähren sowie schwimmende Geräte und Seeschiffe) Antifoulingfarben zu verwenden, die als Biozide wirkende zinnorganische Verbindungen enthalten.

Abfallwirtschaftsgesetz 2002 - AWG 2002, (Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft), BGBl. I Nr. 102/2002 idF BGBl. I Nr. 54/2008

Im AWG werden Organozinnverbindungen als relevante Stoffe für das Wasser genannt.

Weitere gesetzliche Regelungen:

- Verordnung (EU) Nr. 1257/2013 des Europäischen Parlament und des Rates vom 20. November 2013 über das Recycling von Schiffen und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 und der Richtlinie 2009/16/EG

10.8.2 Weiterentwicklung der Maßnahmen

Die Szenarienanalyse im Rahmen des Projektes STOBIMO Spurenstoffe hat ergeben, dass für Tributylzinnverbindungen aufgrund der identifizierten Eintragspfade Maßnahmen zur Erosionsminderung am wirkungsvollsten sind, um den Eintrag ins Gewässer zu reduzieren. Erosionsmindernde Maßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen zeigen in jenen Gebieten, in denen dieser Eintragspfad den Haupteintragspfad darstellt, die stärkste Wirkung und eine deutliche Konzentrationsabnahme im Gewässer (bis zu 39%) (BMNT, 2019a).

11 Referenzen

11.1 Rechtsnormen und Richtlinien (aus Zusammenfassungsverzeichnis übernehmen)

Alle nationalen Rechtsnormen sind über das Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS) (<https://www.ris.bka.gv.at/>) und alle Europäischen Rechtsnormen über das Rechtsinformationssystem EUR-Lex (<https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=de>) abrufbar.

11.1.1 Nationale Regelungen

Übereinkommen von Minamata über Quecksilber, StF: BGBl. III Nr. 108/2017, zuletzt geändert durch BGBl. III Nr. 102/2020

Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002), StF: BGBl. I Nr. 102/2002, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 24/2020

Bundesgesetz vom 7. Juni 1989 zur Finanzierung und Durchführung der Altlastensanierung (Altlastensanierungsgesetz), StF: BGBl. Nr. 299/1989, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 104/2019

Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz – Luft, IG-L), StF: BGBl. I Nr. 115/1997, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 73/2018

Wasserrechtsgesetz 1959 - WRG 1959. StF: BGBl. Nr. 215/1959, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 73/2018

Nö. Klärschlammverordnung, LGBl. 6160/2-0, zuletzt geändert durch LGBl. 6160/2-5

Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Familie und Jugend über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2020 - GKV), StF: BGBl. II Nr. 253/2001, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 382/2020

Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über andere Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (ZuV), StF: BGBl. II Nr. 383/1998, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 67/2014

Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über Aromen und deren Ausgangsstoffe (Aromenverordnung), StF: BGBl. II Nr. 42/1998, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 208/2011

Verordnung der Bundesministerin für soziale Sicherheit und Generationen über das Verbot bzw. die Verwendungsbeschränkung bestimmter nickelhaltiger Gebrauchsgegenstände (Nickelverordnung), StF: BGBl. II Nr. 204/2000, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 297/2005

Verordnung der Burgenländischen Landesregierung über die Aufbringung von Klärschlamm und Müllkompost auf landwirtschaftlichen Böden (Bgl. Klärschlamm- und Müllkompostverordnung), LGBl. Nr. 82/1991, geändert durch LGBl. Nr. 4/2001

Verordnung der Landesregierung über die Ausbringung von Klärschlamm, LGBl. Nr. 75/1997, geändert durch LGBl. Nr. 27/2002

Verordnung der Landesregierung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz der Bodenqualität (Bodenqualitätsverordnung), LGBl. Nr. 77/2018

Verordnung der Oö. Landesregierung betreffend Bodengrenzwerte (Oö. Bodengrenzwerte-Verordnung 2006), LGBl. Nr. 50/2006

Verordnung der Oö. Landesregierung über die Ausbringung von Klärschlamm auf Böden (Oö. Klärschlammverordnung 2006), LGBl. Nr. 62/2006

Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 8. Oktober 2007, über die Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Böden (Steiermärkische Klärschlammverordnung 2007), LGBl. Nr. 89/2007, geändert durch LGBl. Nr. 94/2007

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Beschränkung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Wurfscheiben (Wurfscheibenverordnung - WurfscheibenV), StF: BGBl. II Nr. 420/2002

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Einhaltung der anderweitigen Verpflichtungen und über ds integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem im Bereich der Direktzahlungen (INVEKOS-Umsetzungsverordnung 2005), StF: BGBl. II Nr. 474/2004

Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe samt Anlagen und Erklärung, StF: BGBl. III Nr. 158/2004, zuletzt geändert durch BGBl. III Nr. 146/2019

Verordnung des Bundesministers für Gesundheit über die Sicherheit von Spielzeug (Spielzeugverordnung 2011), StF: BGBl. II Nr. 203/2011, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 387/2019

Verordnung des Bundesministers für Gesundheit und öffentlicher Dienst vom 29. Juli 1987 über Höchstwerte an Quecksilber in Fischen, Krusten- und Weichtieren (Fisch-Quecksilberhöchstwertverordnung), StF: BGBl. Nr. 391/1987, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 260/1997

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft betreffend Abwassereinleitungen in wasserrechtlich bewilligte Kanalisationen (Indirekteinleiterverordnung - IEV), StF: BGBl. II Nr. 222/1998, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 332/2019

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung - AAEV), StF: BGBl. Nr. 186/1996, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 332/2019

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Betrieben zur Behandlung und Beschichtung von metallischen Oberflächen, StF: BGBl. Nr. 609/1992, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 44/2002

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Aufbereitung, Veredelung und Weiterverarbeitung von Kohlen (AEV Kohleverarbeitung), StF: BGBl. II Nr. 346/1997

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Erhebung der Wassergüte in Österreich (Wassergüte-Erhebungsverordnung - WGEV), StF: BGBl. Nr. 338/1991, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 479/2006

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes erlassen werden (Düngemittelverordnung 1994), StF: BGBl. Nr. 1007/1994, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 100/2004

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes 1994 erlassen werden (Düngemittelverordnung 2004), StF: BGBl. II Nr. 100/2004, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 71/2019

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Behandlungspflichten von Abfällen (Abfallbehandlungspflichtenverordnung), StF: BGBl. II Nr. 459/2004, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 102/2017

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über den guten chemischen Zustand des Grundwassers (Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser - QZV Chemie GW), StF: BGBl. II Nr. 98/2010, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 248/2019

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008 - DVO 2008), StF: BGBl. II Nr. 39/2008, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 291/2016

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von Altfahrzeugen (Altfahrzeugeverordnung), StF: BGBl. II Nr. 407/2002, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 144/2018

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von elektrischen und elektronischen Altgeräten (Elektroaltgeräteverordnung - EAG-VO), StF: BGBl. II Nr. 121/2005, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 272/2020

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer - QZV Chemie OG), StF: BGBl. II Nr. 96/2006, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 128/2019

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung – RBV), StF: BGBl. II Nr. 181/2015, geändert durch BGBl. II Nr. 290/2016

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Qualität von Kraftstoffe und die nachhaltige Verwendung von Biokraftstoffen (Kraftstoffverordnung 2012), StF: BGBl. II Nr. 398/2012

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung - GZÜV), StF: BGBl. II Nr. 479/2006, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 128/2019

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten (Verpackungsverordnung 2014), StF: BGBl. II Nr. 184/2014

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen 2017 (Emissionsregisterverordnung 2017 - EmRegV-OW 2017), StF: BGBl. II Nr. 207/2017, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 128/2019

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung), StF: BGBl. II Nr. 292/2001

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und des Bundesministers für Wirtschaft, Familie und Jugend über die

Verbrennung von Abfällen (Abfallverbrennungsverordnung - AVV), StF: BGBl. II Nr. 389/2002, zuletzt geändert BGBl. I Nr. 127/2013

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Elektroaltgeräteverordnung geändert wird (EAG- VO- Novelle 2017), BGBl. II Nr. 81/2017

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Verordnung über das Aktionsprogramm 2012 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen geändert wird, StF: BGBl. II Nr. 385/2017

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer und die Gewässerzustandsüberwachungsverordnung geändert werden, BGBl. II Nr. 363/2016

Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TWV), StF: BGBl. II Nr. 304/2001, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 362/2017

Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Rücknahme, Pfanderhebung und umweltgerechte Behandlung von bestimmten Lampen (Lampenverordnung), StF: BGBl. Nr. 144/1992, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 121/2005

Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über ein Verbot bestimmter gefährlicher Stoffe in Pflanzenschutzmitteln, BGBl. Nr. 97/1992 idF von BGBl. Nr. 903/1994

Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie vom 19. Juli 1990 über die Rücknahme und Schadstoffbegrenzung von Batterien und Akkumulatoren, StF: BGBl. Nr. 514/1990, geändert durch BGBl. II Nr. 159/2008

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von Altbatterien und -akkumulatoren (Batterienverordnung) StF: BGBl. II Nr. 159/2008, geändert durch BGBl. II Nr. 109/2015

Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie betreffend eine Wasserstraßen-Verkehrsordnung (WVO), StF: BGBl. II Nr. 31/2019

Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Altöle (Altölverordnung 2002), StF: BGBl. II Nr. 389/2002

Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl, StF: BGBl. II Nr. 160/1997, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 54/2016

Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 20. September 1990 über das Verbot bestimmter Schmiermittelzusätze und die Verwendung von Kettensägenölen, StF: BGBl. Nr. 647/1990

Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 29. Dezember 1988 über die Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen (Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 - LRV-K 1989), StF: BGBl. Nr. 19/1989, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 127/2013

Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz 2017 (VGÜ 2017), StF: BGBl. II Nr. 27/1997, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 382/2020

Verordnung über natürliche Mineralwässer und Quellwässer (Mineralwasser- und Quellwasserverordnung), BGBl. II Nr. 309/1999, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 500/2004

Verordnung über weitere Verbote und Beschränkungen bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Fertigwaren (Chemikalien-Verbotsverordnung 2003 – Chem- VerbotsV 2003), BGBl. II Nr. 477/2003 idF BGBl. II Nr. 179/2018

11.1.2 Europäische Regelungen

Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom (14. Juni 2006) über die Verbringung von Abfälle

Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über kosmetische Mittel

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission

Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln

Verordnung (EG) Nr. 2065/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. November 2003 über Raucharomen zur tatsächlichen oder beabsichtigten Verwendung in oder auf Lebensmitteln

Verordnung (EG) Nr. 648/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 über Detergenzien

Verordnung (EG) Nr. 907/2006 der Kommission vom 20. Juni 2006 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 648/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über Detergenzien zwecks Anpassung der Anhänge III und VII

Verordnung (EG) Nr. 782/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. April 2003 über das Verbot zinnorganischer Verbindungen auf Schiffen

Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/ biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle

Verordnung (EU) Nr. 2019/1009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003

Verordnung (EU) Nr. 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe

Verordnung (EU) 2018/73 der Kommission vom 16. Januar 2018 zur Änderung der Anhänge II und III der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf Höchstgehalte an Rückständen von Quecksilberverbindungen in oder auf bestimmten Erzeugnissen

Verordnung (EU) 2019/1869 der Kommission vom 7. November 2019 zur Änderung und Berichtigung von Anhang I der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Höchstgehalte an bestimmten unerwünschten Stoffen in der Tierernährung

Verordnung (EU) Nr. 1103/2010 der Kommission vom 29. November 2010 zur Festlegung – gemäß der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates – von Vorschriften für die Angabe der Kapazität auf sekundären (wiederaufladbaren) Gerätebatterien und -akkumulatoren sowie auf Fahrzeugbatterien und -akkumulatoren

Verordnung (EU) Nr. 1129/2011 der Kommission vom 11. November 2011 zur Änderung des Anhangs II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine Liste der Lebensmittelzusatzstoffe der Europäischen Union, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 1152/2013

Verordnung (EU) 2020/1245 der Kommission vom 2. September 2020 zur Änderung und Berichtigung der Verordnung (EU) Nr. 10/2011 über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen

Verordnung (EU) Nr. 1161/2011 der Kommission vom 14. November 2011 zur Änderung der Richtlinie 2002/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 953/2009 der Kommission hinsichtlich der Listen der Mineralstoffe, die Lebensmitteln zugesetzt werden dürfen

Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission

Verordnung (EU) Nr. 1194/2012 der Kommission vom 12. Dezember 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lampen mit gebündeltem Licht, LED-Lampen und dazugehörigen Geräten

Verordnung (EU) Nr. 1257/2013 des Europäischen Parlament und des Rates vom 20. November 2013 über das Recycling von Schiffen und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 und der Richtlinie 2009/16/EG

Verordnung (EU) Nr. 1327/2014 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1881/2006 in Bezug auf die Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Fleisch, Fleischerzeugnissen, Fisch und Fischerzeugnissen, die traditionell geräuchert werden

Verordnung (EU) Nr. 2015/1125 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Katsuobuchi (getrockneter Echter Bonito) und in bestimmtem geräuchertem Ostseehering

Verordnung (EU) Nr. 231/2012 der Kommission vom 9. März 2012 mit Spezifikationen für die in den Anhängen II und III der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates aufgeführten Lebensmittelzusatzstoffe, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 2020/771

Verordnung (EU) Nr. 493/2012 der Kommission vom 11. Juni 2012 mit Durchführungsbestimmungen zur Berechnung der Recyclingeffizienzen von Recyclingverfahren für Altbatterien und Altakkumulatoren gemäß der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates

Verordnung (EU) Nr. 609/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juni 2013 über Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder, Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke und Tagesrationen für gewichtskontrollierende Ernährung und zur Aufhebung der Richtlinie 92/52/EWG des Rates, der Richtlinien 96/8/EG, 1999/21/EG, 2006/125/EG und 2006/141/EG der Kommission, der Richtlinie 2009/39/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnungen (EG) Nr. 41/2009 und (EG) Nr. 953/2009 des Rates und der Kommission

Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien

Delegierte Verordnung (EU) Nr. 1078/2014 der Kommission vom 7. August 2014 zur Änderung von Anhang I der Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien

Verordnung (EU) Nr. 73/2018 der Kommission vom 16. Januar 2018 zur Änderung der Anhänge II und III der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf Höchstgehalte an Rückständen von Quecksilberverbindungen in oder auf bestimmten Erzeugnissen

Verordnung (EU) Nr. 831/2019 der Kommission von 22. Mai 2019 zur Änderung der Anhänge II, III und V der Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über kosmetische Mittel

Verordnung (EU) Nr. 835/2011 der Kommission vom 19. August 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 im Hinblick auf Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln

Verordnung (EU) Nr. 2017/852 über Quecksilber und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1102/2008 (EU-Quecksilberverordnung)

Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005

Verordnung (EU) 2015/1933 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Kakaofasern, Bananenchips, Nahrungsergänzungsmitteln, getrockneten Kräutern und getrockneten Gewürzen

Verordnung (EU) 2019/1148 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über die Vermarktung und Verwendung von Ausgangsstoffen für Explosivstoffe, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 98/2013

Richtlinie 2015/2203 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Kaseine und Kaseinate für die menschliche Ernährung und zur Aufhebung der Richtlinie 83/417/EWG des Rates

Richtlinie 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG

Richtlinie 2016/774 der Kommission vom 18. Mai 2016 zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Altfahrzeuge

Richtlinie 2017/2096 der Kommission vom 15. November 2017 zur Änderung des Anhangs II der Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Altfahrzeuge

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

Richtlinie 2002/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. Juni 2002 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Nahrungsergänzungsmittel

Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft

Richtlinie 2004/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit (Sechste Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG des Rates)

Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung

Richtlinie 2006/66/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren und zur Aufhebung der Richtlinie 91/157/EWG

Richtlinie 2008/105/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG

Richtlinie 2009/48/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Sicherheit von Spielzeug, zuletzt geändert durch Richtlinie 2018/725

Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Richtlinie 2011/65/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

Richtlinie 2011/97/EU des Rates vom 5. Dezember 2011 zur Änderung der Richtlinie 1999/31/EG im Hinblick auf spezifische Kriterien für die Lagerung von als Abfall betrachtetem metallischem Quecksilber

Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte

Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik

Richtlinie 2013/56/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2013 zur Änderung der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren hinsichtlich des Inverkehrbringens von Cadmium enthaltenden Gerätebatterien und -akkumulatoren, die zur Verwendung in schnurlosen Elektrowerkzeugen bestimmt sind, und von Knopfzellen mit geringem Quecksilbergehalt sowie zur Aufhebung der Entscheidung 2009/603/EG der Kommission

Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Richtlinie 2013/64/EU des Rates vom 17. Dezember 2013 zur Änderung der Richtlinien 91/271/EWG und 1999/74/EG des Rates sowie der Richtlinien 2000/60/EG, 2006/7/EG, 2006/25/EG und 2011/24/EG des Europäischen Parlaments und des Rates aufgrund der Änderung des Status von Mayotte gegenüber der Europäischen Union

Richtlinie 2014/80/EU zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (EU-Grundwasserrichtlinie)

Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (Klärschlamm-Richtlinie)

Richtlinie 92/58/EWG des Rates vom 24. Juni 1992 über Mindestvorschriften für die Sicherheits- und/oder Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (Neunte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

Richtlinie 92/85/EWG des Rates vom 19. Oktober 1992 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes von schwangeren Arbeitnehmerinnen, Wöchnerinnen und stillenden Arbeitnehmerinnen am Arbeitsplatz (zehnte Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

Richtlinie 94/33/EG des Rates vom 22. Juni 1994 über den Jugendarbeitsschutz

Richtlinie 98/24/EG des Rates vom 7. April 1998 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit

Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung)

Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1147 der Kommission vom 10. August 2018 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für die Abfallbehandlung

Durchführungsbeschluss der Kommission vom 26. September 2014 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton

Durchführungsverordnung (EU) 2016/1007 der Kommission vom 22. Juni 2016 zur Zulassung von Ammoniumchlorid als Zusatzstoff in Futtermitteln für Wiederkäuer (ausgenommen Mast-lämmer), Katzen und Hunde (Zulassungsinhaber Latochema Co. Ltd)

Durchführungsverordnung (EU) 2016/1093 der Kommission vom 6. Juli 2016 zur Genehmigung von Didecyl-methyl-poly(oxyethyl)ammoniumpropanoat als alten Wirkstoff zur Verwendung in Biozidprodukten der Produktart 8

Durchführungsverordnung (EU) 2018/1023 zur Berichtigung der Durchführungsverordnung (EU) 2017/2470 zur Erstellung der Unionsliste der neuartigen Lebensmittel

Delegierte Richtlinie (EU) 2015/574 der Kommission vom 30. Januar 2015 zur Änderung – zwecks Anpassung an den technischen Fortschritt – des Anhangs IV der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich einer Ausnahme für Quecksilber in intravaskulären Ultraschallbildgebungssystemen

Delegierte Richtlinie (EU) 2016/585 der Kommission vom 12. Februar 2016 zur Änderung – zwecks Anpassung an den technischen Fortschritt – von Anhang IV der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates bezüglich einer Ausnahmeregelung für Blei, Cadmium, sechswertiges Chrom und polybromierte Diphenylether (PBDE) in Ersatzteilen, die aus medizinischen Geräten oder Elektronenmikroskopen ausgebaut und für die Reparatur oder Wiederinstandsetzung von derartigen Geräten oder Mikroskopen verwendet werden

Delegierte Richtlinie (EU) 2014/76/EU der Kommission vom 13. März 2014 zur Änderung – zwecks Anpassung an den technischen Fortschritt – des Anhangs III der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich einer Ausnahme für Quecksilber in handgefertigten Leuchtstoffentladungsröhren zur Verwendung in Anzeigen, Dekorations-, Architektur- und Spezialbeleuchtungen und in Lichtkunstwerken

Delegierte Verordnung (EU) 2020/1068 der Kommission vom 15. Mai 2020 zur Änderung der Anhänge I und V der Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien

Delegierte Verordnung (EU) Nr. 2014/1078 der Kommission vom 7. August 2014 zur Änderung von Anhang I der Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien

Entscheidung der Kommission vom 21. Juni 2007 über die Nichtaufnahme bestimmter Wirkstoffe in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und den Widerruf der Zulassungen für Pflanzenschutzmittel mit diesen Wirkstoffen (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2007) 2576)

11.2 Studien und Fachliteratur

AGES (2019). Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Wien. Online verfügbar unter: <https://www.ages.at/themen/rueckstaende-kontaminanten/polyzyklische-aromatische-kohlenwasserstoffe-pak/tab/1/>

AMAP/UN Environment (2019). Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2017. Arctic Monitoring & Assessment Programme und United Nations Environment. Online verfügbar unter: <https://www.amap.no/documents/doc/technical-background-report-for-the-global-mercury-assessment-2018/1815>

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2016). Klärschlamm und Boden: Eintrag von Spurenstoffen auf landwirtschaftlich genutzte Böden. Clara, M., Hartmann, C., Scheffknecht, C., Bregenz und Wien. Online verfügbar unter: https://vorarlberg.at/web/land-vorarlberg/contentdetailseite/-/asset_publisher/qA6AJ38txu0k/content/eintrag-von-spurenstoffen-auf-landwirtschaftlich-genutzte-boeden?article_id=190396

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2017). Untersuchung ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe in kommunalen Kläranlagen und Fließgewässern in Vorarlberg. Clara, M., Hanefeld, W., Scheffknecht, C., Bregenz. Online verfügbar unter: https://vorarlberg.at/web/land-vorarlberg/contentdetailseite/-/asset_publisher/qA6AJ38txu0k/content/prioritaere-stoffe-in-kommunalen-klaeranlagen-und-fliessgewaessern?article_id=117972

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2019). Untersuchung ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe in Vorarlberg - Zusatzuntersuchungen in Fischen. Bericht UI-12/2019. Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, Bregenz. Online verfügbar unter: https://vorarlberg.at/web/land-vorarlberg/contentdetailseite/-/asset_publisher/qA6AJ38txu0k/content/untersuchung-ausgewaehlter-prioritaerer-und-sonstiger-stoffe-in-kommunalen-klaeranlagen-und-fliessgewaessern-in-vorarlberg?article_id=540572

ATSDR (2005). Toxicological Profile for tin and tin compounds. ATSDR 2005, U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Online verfügbar unter: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=543&tid=98>

ATSDR (2020). Toxicological Profile for Nickel. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Online verfügbar unter: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=96&tid=22>

BMASGK (2019). ÖNAP-Dentalamalgam 2019. Nationaler Maßnahmenplan zur schrittweisen Verringerung der Verwendung von Dentalamalgam in Österreich gemäß Verordnung (EU) 2017/852. Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz. Online verfügbar unter: https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:e53a4ef0-caf0-4498-b05d-d2f0f3e419fb/%C3%96NAP-Dentalamalgam_2019.docx

BMLFUW (2005). EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG. Österreichischer Bericht über die IST - Bestandsaufnahme. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/ngp/ngp-2009/Ist-Bestandsanalyse-2004/zustand_a5.html

BMLFUW (2011). Stoffbilanzmodellierung für Nährstoffe auf Einzugsgebietsebene (STOBIMO-Nährstoffe) als Grundlage für Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse_seen/stobimo.html

BMLFUW (2012). Metalle im Grundwasser in Österreich. Karten und Erläuterungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien. Online verfügbar unter:

https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/grundwasser/metalle_gw_2013.html

BMLFUW (2014a). EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG. Österreichischer Bericht der Ist-Bestandsanalyse 2013. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter:

<https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/ngp/ngp-2015/Ist-Bestandsanalyse-2013/ist-bestand-2013.html>

BMLFUW (2014b). Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter:

<https://www.bmlrt.gv.at/service/publikationen/wasser/Spurenstoffemissionen-aus-Siedlungsgebieten-und-von-Verkehrsflaechen.html>

BMLFUW (2015). Fisch Untersuchungsprogramm 2013 - GZÜV Untersuchungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/service/publikationen/wasser/Fisch-Untersuchungsprogramm-20130.html>

BMLFUW (2016). Deponiesickerwasser - Untersuchungen zu Zusammensetzung, Abbaubarkeit und Hemmwirkung in biologischen Kläranlagen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/abwasserreinigung/Deponiesickerwasser-Endbericht.html>

BMLFUW (2017a). Emissionen ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/abwasserreinigung/Emissionen-ausgewaehlter-prioritaerer-und-sonstiger-Stoffe.html>

BMLFUW (2017b). GZÜV - Oberflächengewässer (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung) Umsetzung 2010-2015. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar

unter:

https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse_seen/gzuev_ow_umsetzung_2010-2015.html

BMLFUW (2017c). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter:

<https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/ngp/ngp-2015/text.html>

BMLRT (2020a). EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG. Methodik NGP 2021: Risiko und Zustand (Entwurf April 2020). Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien.

BMLRT (2020b). Kommunales Abwasser. Österreichischer Bericht 2020.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/abwasserreinigung/klaeranlagen-in-oesterreich.html>

BMLRT (2020c). TEMPEST Erfassung von Emissionen ausgewählter Spurenstoffe aus Kanalsystemen, Handlungsoptionen zu deren Minderung und Optimierung einer alternativen Nachweismethode für Kunststoffpartikel in Wasserproben.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter:

https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Betriebe/Wasser_Betriebe/Studien_Wasserwirtschaft/10945_Tempest_20201110.pdf

BMLRT (2021). STOBIMO Spurenstoffe/Nährstoffe: Stoffbilanzmodellierung auf Einzugsgebietsebene. Teilbericht Nährstoffe. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Wien, 2021.

BMNT (2018). Spurenstoffe im Grundwasser - Untersuchungen zum Vorkommen von Quecksilber und 30 ausgewählten organischen Substanzen anthropogener Herkunft.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter:

https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/grundwasser/spurenstoffe_gw_2018.html

BMNT (2019a). STOBIMO Spurenstoffe. Stoffbilanzmodellierung für Spurenstoffe auf Einzugsgebietsebene. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse_seen/stobimo-spurenstoffe.html

BMNT (2019b). Wassergüte in Österreich. Jahresbericht 2014 - 2016. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/jahresbericht_2014-2016.html

Brueller, W., Inreiter, N., Boegl, T., Rubasch, M., Saner, S., Humer, F., Moche, W., Schuhmann, A., Hartl, W., Brezinka, C., Wildt, L., Allerberger, F. (2018). Occurrence of chemicals with known or suspected endocrine disrupting activity in drinking water, groundwater and surface water, Austria 2017/2018. *Journal of Land Management, Food and Environment*, Volume 69, Issue 3, 155-173.

Buck, R.C., Franklin, J., Berger, U., Conder, J.M., Cousins, I.T., de Voogt, P., Jensen, A.A., Kannan, K., Mabury, S.A., van Leeuwen, S.P.J. (2011). Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins. *Integrated Environmental Assessment and Management* 7(4), 513-541.

ChemSec (2020). Ammonium. Online verfügbar unter: https://www.chemsrc.com/en/cas/14798-03-9_584971.html

de Oliveira, M., Moretto Rodrigues, B., Marques Castro Olimpio, R., Graceli, J.B., Goncalves, B.M., Barneze Costa, S.M., da Silva, T.M., Fontes Moretto, F.C, Solla Mathias, L., Marino Cardoso, D.B., Palm Tilli, H., Freitas-Lima, L.C., Nogueira, C.R. (2019). Disruptive Effect of Organotin on Thyroid Gland Function Might Con-tribute to Hypothyroidism. *International Journal of Endocrinology*, <https://doi.org/10.1155/2019/7396716>

DEQ (2015). Chemical Update Worksheet Mercury, elemental. Michigan Department of Environmental Quality, USA. Online verfügbar unter: https://www.michigan.gov/documents/deq/deq-rrd-chem-MercuryElementalDatasheet_527856_7.pdf

ECB (2004). European Union Risk Assessment Report edetic acid (EDTA). Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau, Office for Official

Publications of the European Communities, Luxemburg. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/documents/10162/65615721-ab6d-4f28-b48f-73cf9d8cc529>

ECB (2008). European Union Risk Assessment Report Nickel. European Chemicals Bureau, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg. . Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/documents/10162/cefda8bc-2952-4c11-885f-342aacf769b3>

ECHA (2008). Member State Committee Support Document for Identification of Bis(Tributyltin) oxide as a substance of very high concern. European Chemicals Agency, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/documents/10162/52f3fc94-c78f-436f-98ca-e0f845f37a9a>

ECHA (2009). Member State Committee Support Document for identification of coal tar pitch, high temperature as a substance of very high concern because of PBT and CMR properties. European Chemicals Agency, Finnland.

ECHA (2016). Member State Committee Support Document for identification of benzo[def]chrysene (benzo[a]pyrene) as a substance of very high concern because of its carcinogenic (Article 57 a), mutagenic (Article 57 b), toxic for reproduction (Article 57 c), persistent, bioaccumulative, and toxic (PBT) (Article 57 d) and very persistent and very bioaccumulative (Article 57 e) properties. European Chemicals Agency, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/documents/10162/985e117f-38e2-4d45-9d0c-94413dd0462e>

ECHA (2018). Member State Committee Support Document for Identification of Fluoranthene as a Substance of Very High Concern because of its PBT (Article 57d) and vPvB (article 57d) properties. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/documents/10162/38239a0c-706c-0b6a-3117-38fbd0794c39>

ECHA (2020a). Substance Infocard Benzo[def]chrysene. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.000.026>

ECHA (2020b). Substance Infocard Fluoranthen. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.005.376>

ECHA (2020c). Edetic Acid. Substance Infocard. European Chemicals Agency, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.000.409>

ECHA (2020d). Nickel. Brief Profile. European Chemicals Agency, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/brief-profile/-/briefprofile/100.028.283>

ECHA (2020e). Perfluoroalkyl chemicals (PFAS). European Chemicals Agency, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas>

ECHA (2020f). Substance Infocard Heptadecafluorooctane-1-sulphonic acid.). European Chemicals Agency, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.015.618>

ECHA (2020g). Mercury Brief Profile. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/brief-profile/-/briefprofile/100.028.278>

ECHA (2020h). Bis(tributyltin) oxide. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.000.244>

ECHA (2020i). Tributyltin Compounds. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.240.865>

ECHA (2021a). Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/candidate-list-table>

ECHA (2021b). Worum geht es beim PIC-Verfahren? European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/regulations/prior-informed-consent/understanding-pic>

ECHA (n.b.). Annex XVII to REACH - Conditions of restriction. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/documents/10162/176064a8-0896-4124-87e1-75cdf2008d59>

EEA (2018). Mercury in Europe's environment. A priority for European and global action. European Environment Agency, Kopenhagen, Dänemark. Online verfügbar unter: <https://www.eea.europa.eu/publications/mercury-in-europe-s-environment>

EFSA (2008). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel of Contaminants in the Food Chain. The EFSA Journal 724, 1-144. European Food Safety Authority, Parma, Italien. Online verfügbar unter: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.724>

EFSA (2011). Scientific Opinion on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). EFSA Journal 9(5):2156. European Food Safety Authority, Parma, Italien. Online verfügbar unter: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2156>

EFSA (2018). Scientific opinion: Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), European Food Safety Authority, 22 März 2018. EFSA Journal 16(12): 5194. European Food Safety Authority, Parma, Italien. Online verfügbar unter: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5194>

EFSA (2020a). Update of the risk assessment of nickel in food and drinking water. European Food Safety Authority, Parma, Italien. Online verfügbar unter: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6268>

EFSA (2020b). Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. Draft Scientific Opinion Part I. EFSA Journal. European Food Safety Authority, Parma, Italien. Online verfügbar unter: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/consultation/consultation/PFAS_Draft_Opinion_for_public_consultation_Part_I.pdf

Emerging Contaminants (2016). PFOS and PFOA Production – Use – Sources. Online verfügbar unter: <https://www.emergingcontaminants.eu/index.php/background-info/Factsheets-PFOS-intro/Factsheets-PFOS-production>

Environment Agency (2019). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): sources, pathways and environmental data. Environment Agency, Bristol, UK.

Europäische Kommission (2001). European Risk Assessment Report. Diphenyl Ether, Pentabrom Derivative (Pentabromodiphenyl Ether). Europäische Kommission, Brüssel, Belgien. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/documents/10162/781ee1e9-6c90-467e-998b-8910ca2793e5>

Europäische Kommission (2005a). Environmental Quality Standards (EQS). Substance Data Sheet. Mercury and its Compounds. Europäische Kommission, Brüssel, Belgien.

Europäische Kommission (2005b). Tributyltin Compounds (TBT-ion). Environmental Quality Standards (EQS). Substance Data Sheet. Europäische Kommission, Brüssel, Belgien.

Europäische Kommission (2011a). Guidance Document No. 27 Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards; Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Europäische Kommission, Brüssel, Belgien.

Europäische Kommission (2011b). Polybrominated Diphenylether (BDEs), EQS Dossier 2011. Europäische Kommission, Brüssel, Belgien.

Europäische Kommission (2011c). 5-6 rings PolyAromatic Hydrocarbons (PAH). EQS dossier 2011. Europäische Kommission, Brüssel, Belgien. Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/4e13a4c4-07b9-4e55-a43d-823e7cd4ce82/PAH%20EQS%20dossier%202011.pdf>

Europäische Kommission (2011d). Fluoranthene. EQS dossier 2011. Europäische Kommission, Brüssel, Belgien. Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/4336e1e5-ba0c-4545-abee-7743d2085bc3/Fluoranthene%20EQS%20dossier%202011.pdf>

Europäische Kommission (2011e). Nickel and its compounds. EQS Dossier. Europäische Kommission, Brüssel, Belgien.

Europäische Kommission (2011f). Perfluorooctane sulphonate (PFOS), EQS Dossier 2011. CIR-CABC, 08.05.2020. Europäische Kommission, Brüssel, Belgien. Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/027ff47c-038b-4929-a84c-da3359acecee/PFOS%20EQS%20dossier%202011.pdf>

Europäische Kommission (2012). Guidance Document No. 28 Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances; Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Europäische Kommission, Brüssel, Belgien. Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/6a3fb5a0-4dec-4fde-a69d-5ac93dfbbadd/Guidance%20document%20n28.pdf>

Europäische Kommission (2018). Guidance Document Nr. 27 Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards – Updated version 2018; Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Europäische Kommission, Brüssel, Belgien. Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/ba6810cd-e611-4f72-9902-f0d8867a2a6b/Guidance%20No%2027%20-%20Deriving%20Environmental%20Quality%20Standards%20-%20version%202018.pdf>

Fent (2007). Ökotoxikologie. 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Fraunhofer Institut (2004). Manual of the Methodological Framework Used to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances of the Water Framework Directive. Peter Lepper, Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology, 15. November 2004. Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/62ffe555-2e87-44ff-8e82-83cb73219c0f/EQS%20Manual%20-%20Methodology%20-%2014%2010%2005.pdf>

GESTIS (2020). GESTIS-Stoffdatenbank. Gefahreninformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Suche: Nickel. Online verfügbar unter: <https://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index.jsp>

IKSR (2012). Auswertungsbericht Komplexbildner. Bericht Nr. 196. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, Koblenz, Deutschland. Online verfügbar unter: https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0196.pdf

Kölle, W. (2010). Wasseranalysen richtig beurteilen. 3. Auflage, Wiley - VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, Deutschland.

LfU (2017). Informationen zu besonders besorgniserregenden Stoffen Benzo(a)pyren. Bayrisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Deutschland.

LfU (2018). UmweltWissen - Schadstoffe Ammoniak und Ammonium. Bayrisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Deutschland. Online verfügbar unter:
https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_6_ammoniak_ammonium.pdf

Loux, N. T. (1998). An assessment of mercury-species-dependent binding with natural organic carbon. Chemical Speciation & Bioavailability, 10:4, 127-136.

MU Niedersachsen (2020). Ammonium. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Hannover, Deutschland. Online verfügbar unter:
https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/wasser/grundwasser/grundwasserbericht_niedersachsen/grundwasserbeschaffenheit/guteparameter/grundprogramm_des_nlwkn/ammonium/Ammonium-137593.html

Müller A., Nielsen, E. und Ladefoged, O. (2013). Tributyltin compounds (TBT). Evaluation of health hazards and proposal of health based quality criteria for soil and drinking water. The Danish Environmental Protection Agency. Kopenhagen. Online verfügbar unter:
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2013/12/978-87-93026-80-3.pdf>

NCBI (2020). Ammonium ion (Compound). U.S. National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information, Maryland, USA. Online verfügbar unter:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/223>

Nickel Institute (2020). About Nickel. Online verfügbar unter:
<https://nickelinstitute.org/about-nickel>

NLKW (2001). Grundwassergütebericht 2001. Erkundung und Überwachung der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers seit 1988 in den Landkreisen Diepholz und Nienburg. NLWK - Schriftenreihe Band 5. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz, Niedersachsen, Deutschland.

OECD (2020). Portal on Per and Poly Fluorinated Chemicals. Organisation for Economic Co-operation and Development. Online verfügbar unter:
<https://www.oecd.org/chemicalsafety/portal-perfluorinated-chemicals/>

Öko-Institut e.V./Öko-Recherche GmbH (2012). Untersuchung der Einsatzmengen von schwer abbaubaren organischen Inhaltsstoffen in Wasch- und Reinigungsmitteln im Vergleich zum Einsatz dieser Stoffe in anderen Branchen im Hinblick auf den Nutzen einer Substitution. Groß, R., Leisewitz, A., Moch, K. Institut für Angewandte Ökologie, Öko-Recherche GmbH / Büro für Umweltforschung und -beratung, Öko-Recherche GmbH, Deutschland. Online verfügbar unter:
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3709_65_430_wasch_und_reinigungsmittel_bf.pdf

Oviedo, C., Rodríguez, J. (2003). EDTA: The chelating agent under environmental scrutiny. Quim. Nova, 26(6): 901-905.

Pachinger, R. (2013). Trinkwasseraufbereitung zur Entfernung von Ammonium-Verfahrensvarianten und Pilotierung. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien. Online verfügbar unter: <https://epub.boku.ac.at/obvbokhs/content/titleinfo/1036472>

RIVM (2012). Erhöhtes Gesundheitsrisiko durch Tabakzusatzstoffe Ammoniumverbindungen. Nationales Institut für öffentliche Gesundheit und Umwelt, Bilthoven, Niederlande. Online verfügbar unter:
https://www.dkfz.de/de/tabakkontrolle/download/PITOC/PITOC_Zusatzstoffe_Tabakprodukte_Ammoniumverbindungen.pdf

Royal Society of Chemistry (2020). Ammonium ion. Online verfügbar unter:
<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.218.html>

Sahlin, S., Ågerstrand, M. (2013). Tributyltin - TBT sediment EQS derivation, ACES report number 29, Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Stockholm University, Stockholm, Schweden.

SCAHT (2014). Herleitung eines Prüfwertes für Quecksilber für Nutzungen mit möglicher direkter Bodenaufnahme. Swiss Centre for Applied Human Toxicology. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Online verfügbar unter:
<https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/36412.pdf>

Schulz, F., Hahn, S., Rüdell, H. (2015). Integrierte Bewertung von Quecksilber anhand der Erhebungen der Umweltprobenbank des Bundes (UPB). Endbericht. Umweltbundesamt Deutschland. Online verfügbar unter:
https://www.umweltprobenbank.de/upb_static/fck/download/Endbericht_Integrierte_Bewertung_Hg_2015_08_10_Web.pdf

Science for Environment Policy (2017). Tackling mercury pollution in the EU and worldwide. In-depth Report 15 produced for the European Commission, DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. Online verfügbar unter:
https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/tackling_mercury_pollution_EU_and_worldwide_IR15_en.pdf

SEPA (2020). Tributyltin compounds. Scottish Environment Protection Agency. Online verfügbar unter:
<https://www2.sepa.org.uk/SPRIPA/Pages/SubstanceInformation.aspx?pid=167>

Statista (2020). Major countries in worldwide nickel mine production from 2010 to 2019. Online verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/264642/nickel-mine-production-by-country/>

Stockholm Convention (2020). All POPs listed in the Stockholm Convention. Online verfügbar unter:
<http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

Tinkov, A. A., Ajsuvakova, O. P., Skalnaya, M. G., Skalny, A. V., Aschner, M., Suliburska, J., Aaseth, J. (2019). Abstract: Organotins in obesity and associated metabolic disturbances. *J. Inorg. Biochem.* 191:49-59. Abstract online verfügbar unter:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30458368/>

Thurston, R.V., R.C. Russo, R.J. Luedtke, C.E. Smith, E.L. Meyn, C. Chakoumakos, K.C. Wang, and C.J.D. Brown. (1984). Chronic toxicity of ammonia to rainbow trout. *Trans. Am. Fish. Society* 113:56-73.

U.S. EPA (2020). Ammonium 14798-03-9. United States Environmental Protection Agency, USA. Online verfügbar unter:
<https://comptox.epa.gov/dashboard/dsstoxdb/results?search=DTXSID5043974#toxicity-values>

UBA (2003). TBT - Zinnorganische Verbindungen - Eine wissenschaftliche Bestandsaufnahme. Umweltbundesamt, Berlin, Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2245.pdf>

UBA (2007). Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie - Stoffdatenblätter. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3312.pdf>

UBA (2015). REACH in der Praxis IV – Zukunft der Per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC). Hintergrundpapier. UFOPLAN FKZ [3714 67 416 1]. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Deutschland. Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/hintergrundpapier_ridp_ws2.pdf

UBA (2016a). Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/polyzyklische-aromatische-kohlenwasserstoffe>

UBA (2016b). Häufige Fragen zu Quecksilber. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/haeufige-fragen-zu-quecksilber#wie-kommt-das-quecksilber-in-die-umwelt> -

UBA (2020a). Polybromierte Diphenylether. Umweltprobenbank des Bundes. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/26591>

UBA (2020b). BVT-Merkblätter und Durchführungsbeschlüsse. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Deutschland. Online verfügbar unter: <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/>

UBA (2020c). Nickel im Feinstaub. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/nickel-im-feinstaub#emittenten>

UBA (2020d). Tributylzinn. Umweltprobendatenbank. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Deutschland. Online verfügbar unter:
<https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/15214>

Umweltbundesamt (2009). Emissionen organischer und anorganischer Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Clara, M., Denner, M., Gans, O., Scharf, S., Windhofer, G., Zessner, M., Report REP-0247, Umweltbundesamt GmbH, Wien. Online verfügbar unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0247.pdf>

Umweltbundesamt (2010). Organische Schadstoffe in Grünlandböden (Teil 3). Freudenschuß, A., Offenthaler, I.: Report REP-0268, Umweltbundesamt GmbH, Wien. Online verfügbar unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0268.pdf>

Umweltbundesamt (2016). Umsetzung des Minamataübereinkommens über Quecksilber in Österreich. Datengrundlage/Monitoring 2016. Uhl, M., Leitner, S.: Report REP-0578, Umweltbundesamt GmbH, Wien. Online verfügbar unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0578.pdf>

Umweltbundesamt (2017). Reduktion der Benzo(a)pyren-Belastung. Wirkung von Maßnahmen in drei Modellregionen. Böhmer, S.; Nagl, C.; Öttl, D.; Payer, I.; Schieder, W.; Spangl, W. und Storch, A. Report REP-0617, Umweltbundesamt GmbH. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0617.pdf>

UNEP (2006). Risk profile on perfluorooctane sulfonate UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5. United Nations Environment Programme, 21 November 2006. Online verfügbar unter:
<http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.5.English.PDF>

UNEP (2007). Risk management evaluation on perfluorooctane sulfonate. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.5. United Nations Environment Programme, 4: Dezember 2007. Online verfügbar unter: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.5.English.PDF>

UNEP (2008). Addendum to the risk management evaluation for perfluorooctane sulfonate. UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.6. United Nations Environment Programme, 30: Oktober 2008. Online verfügbar unter:

<http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.4-15-Add.6.English.PDF>

UNEP (2019). Global Mercury Assessment 2018. United Nations Environment Programme. Online verfügbar unter: <https://www.unenvironment.org/resources/publication/global-mercury-assessment-2018>

UNEP (2020). Minamata Convention on Mercury. United Nations Environment Programme. Online verfügbar unter: <http://www.mercuryconvention.org/>

Verbruggen, E.M.J., Van Herwijnen, R., Smit, C.E. (2015). Derivation of a water-based quality standard for secondary poisoning of mercury. National Institute for Public Health and the Environment, The Netherlands. Online verfügbar unter <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0058.pdf>

Whang, Z., Cousins, I.T., Scheringer, M., Buck, R.C., Hungerbühler, K. (2014). Global emission inventories for C4-C14 perfluoroalkyl carboxylic acid (PFCA) homologues from 1951 to 2030, Part I: production and emissions from quantifiable sources. Environment International 70, 62-75.

WHO (1990). Tributyltin Compounds. Environmental Health Criteria 116. Weltgesundheitsorganisation, International Programme on Chemical Safety, Geneva. Verfügbar unter: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc116.htm#SectionNumber:1.3>

WHO (2016). Risks from mercury for human health and the environment. Report of an awareness-raising and training workshop Yerevan, Armenia 28-29 September 2016. Weltgesundheitsorganisation, Regionalbüro für Europa, Kopenhagen, Dänemark. Online verfügbar unter: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0018/334701/Risks-mercury-HHE-report-Armenia.pdf

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stoffeigenschaften von Ammonium (Quellen: ChemSec, 2020; NCBI, 2020; Royal Society of Chemistry, 2020; U.S. EPA, 2020).....	24
Tabelle 2: NH ₄ -N-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar)	29
Tabelle 3: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Ammonium.....	30
Tabelle 4: Zustandsbewertung der Fließgewässer für NH ₄ -N in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge	31
Tabelle 5: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Ammoniak, wasserfrei	36
Tabelle 6: Stoffeigenschaften von PentaBDE (Quellen: Europäische Kommission, 2001, 2011b).....	51
Tabelle 7: Umweltqualitätsnormen für polybromierte Diphenylether gemäß Richtlinie 2013/39/EU und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration) ..	55
Tabelle 8: Konzentrationen polybromierter Diphenylether in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich	56
Tabelle 9: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend PBDE.....	60
Tabelle 10: Zustandsbewertung der Fließgewässer für PBDE in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge	62
Tabelle 11: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Pentabromdiphenylether	63
Tabelle 12: Vorgaben für bromierte Diphenylether in der Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe (POP)	65
Tabelle 13: Stoffeigenschaften von Benzo(a)pyren (Quellen: ECHA (2020a), Europäische Kommission (2011c)) und Fluoranthen (Quellen: ECHA (2018), ECHA (2020b), Europäische Kommission (2011d))	72
Tabelle 14: Umweltqualitätsnormen für B(a)P und Fluoranthen und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration).....	78

Tabelle 15: Konzentrationen von B(a)P und Fluoranthen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar; TM: Trockenmasse).....	80
Tabelle 16: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Benzo(a)pyren und Fluoranthen.....	82
Tabelle 17: Zustandsbewertung der Fließgewässer für Benzo(a)pyren in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge	85
Tabelle 18: Zustandsbewertung der Fließgewässer für Fluoranthen in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge	86
Tabelle 19: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Benz(a)pyren	89
Tabelle 20: Höchstgehalte von Benzo(a)pyren und anderen PAK in Erzeugnissen gemäß Kontaminanten-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1881/2006).....	94
Tabelle 21: Stoffeigenschaften von EDTA (Quellen: ECB, 2004; ECHA, 2020c)	99
Tabelle 22: EDTA-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG)	104
Tabelle 23: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend EDTA	105
Tabelle 24: Zustandsbewertung der Fließgewässer für EDTA in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge	106
Tabelle 25: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für EDTA.....	107
Tabelle 26: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Tetranatrium-EDTA (Na ₄ EDTA).....	108
Tabelle 27: Stoffeigenschaften von Nickel und Nickelverbindungen (Quellen: Europäische Kommission, 2011e; ECHA, 2020d; GESTIS, 2020)	114
Tabelle 28: Umweltqualitätsnormen für Nickel und Nickelverbindungen und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration).	117
Tabelle 29: Nickel-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar; TM: Trockenmasse).....	118
Tabelle 30: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Nickel und Nickelverbindungen.....	120

Tabelle 31: Zustandsbewertung der Fließgewässer für Nickel in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge	123
Tabelle 32: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Nickelpulver.....	125
Tabelle 33: Stoffeigenschaften von PFOS (Quellen: ECHA, 2020a; Europäische Kommission, 2011f)	140
Tabelle 34: Umweltqualitätsnormen für PFOS für Binnenoberflächengewässer und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration).	144
Tabelle 35: PFOS-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; FG: Frischgewicht; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; NG: Nachweisgrenze; TM: Trockenmasse)	145
Tabelle 36: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend PFOS.....	147
Tabelle 37: Zustandsbewertung der Fließgewässer für PFOS in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge	150
Tabelle 38: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für PFOS.....	152
Tabelle 39: Stoffeigenschaften von Quecksilber (Quellen: DEQ (2015), ECHA (2020g), Loux (1998), SCAHT (2014))	158
Tabelle 40: Umweltqualitätsnormen für Quecksilber für Binnenoberflächengewässer und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration).	163
Tabelle 41: Quecksilber-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar; TM: Trockenmasse).....	164
Tabelle 42: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Quecksilber	166
Tabelle 43: Zustandsbewertung der Fließgewässer für Quecksilber und Quecksilberverbindungen in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge.	168
Tabelle 44: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Quecksilber.....	171
Tabelle 45: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Quecksilberverbindungen	172

Tabelle 46: Stoffeigenschaften von Tributylzinnverbindungen (Quellen: ATSDR, 2005; Europäische Kommission,2005b)	191
Tabelle 47: Umweltqualitätsnormen für TBT für Binnenoberflächengewässer und Qualitätskriterien für gewässerbezogene Schutzgüter (Abkürzungen: JD: Jahresdurchschnitt; UQN: Umweltqualitätsnorm; ZHK: Zulässige Höchstkonzentration). 194	
Tabelle 48: TBT-Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien in Österreich (Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; FG: Frischgewicht; n: Anzahl der untersuchten Proben; n>BG: Anzahl der Proben mit einem Ergebnis größer BG; n.n.: nicht nachweisbar; TBT: Tributylzinn; TM: Trockenmasse).....	195
Tabelle 49: Ergebnis der Risikoabschätzung – Anzahl der OWK mit einem möglichen bzw. sicheren Risiko der Zielverfehlung betreffend Tributylzinnverbindungen	197
Tabelle 50: Zustandsbewertung der Fließgewässer für TBT in Abhängigkeit vom Bewertungstyp. Angegeben ist der Prozentsatz der Gewässerlänge.	199
Tabelle 51: Harmonisierte Einstufung nach Anhang VI der CLP-Verordnung für Tributylzinnverbindungen	202

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Schutzgüter, die bei der Ableitung von Umweltqualitätsnormen zu berücksichtigen sind (aus Europäische Kommission, 2011a) .	10
Abbildung 2: Schwankungsbereich der Umweltqualitätsnorm für Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N) in Abhängigkeit von Temperatur und pH	28
Abbildung 3: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analyse-gebiete für PBDE (BMNT, 2019a)	61
Abbildung 4: Kombinierte Risikobewertung aus STOBIMO Spurenstoffe für Fluoranthen (BMNT, 2019a).....	83
Abbildung 5: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade an der Gesamtemission in den Gesamteinzugsgebieten der Analysegebiete für B(a)P und Fluoranthen (BMNT, 2019a).....	84
Abbildung 6: Kombinierte Risikobewertung für Nickel (BMNT, 2019a)	121
Abbildung 7: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analyse-gebiete für Nickel (BMNT, 2019a).....	122
Abbildung 8: Kombinierte Risikobewertung für PFOS aus der Modellierung (BMNT, 2019a).....	148
Abbildung 9: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analysegebiete für PFOS (BMNT, 2019a).....	148
Abbildung 10: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analyse-gebiete für Quecksilber (BMNT, 2019a).....	167
Abbildung 11: Kombinierte Risikobewertung aus STOBIMO Spurenstoffe für TBT (BMNT, 2019a).....	198
Abbildung 12: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analyse-gebiete für Tributylzinn (BMNT, 2019a).....	198

Abkürzungen

Abkürzung	Langbezeichnung
a	Jahr
AAEV	Allgemeine Abwasseremissionsverordnung
AEL	Assoziierte Emissionswerte (associated emission level)
AEV	Abwasseremissionsverordnung
AGES	Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
AVV	Abfallverbrennungsverordnung
B(a)P	Benz(a)pyren
BAT-AEL	BVT-assoziierter Emissionswert
BCF	Bioconcentration factor (Biokonzentrationsfaktor)
BDE	Bromierte Diphenylether
BG	Bestimmungsgrenze
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BMLRT	Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus
BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
BVT	Beste verfügbare Techniken
CAS	Chemical Abstracts Service
CLP	Classification, Labelling and Packaging
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
CTPHT	Coal tar pitch, high-temperature (Hochtemperatur-Steinkohleteer)
d	Tag
DVO	Deponienverordnung
EC	Effect concentration
ECB	European Chemicals Bureau
ECHA	Europäische Chemikalienagentur
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure

Abkürzung	Langbezeichnung
EEA	European Environment Agency
EFSA	Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde
EMREG-OW	Emissionsregister Oberflächengewässer
EmRegV-OW	Emissionsregisterverordnung Oberflächengewässer
EPA	U.S. Environment Protection Agency
EW	Einwohnerwerte
FG	Frischgewicht
GW	Grundwasser
GWK	Grundwasserkörper
GWRL	Grundwasserrichtlinie
GZÜV	Gewässerzustandsüberwachungsverordnung
Hg	Quecksilber
idF	in der Fassung
idgF	in der geltenden Fassung
IER	Industrieemissionsrichtlinie
IEV	Indirekteinleitungsverordnung
JD	Jahresdurchschnitt
Kat.	Kategorie
K _{OC}	Absorptionskoeffizient normiert auf organischem Kohlenstoff
K _{OW}	Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient
LC ₅₀	Letale Konzentration für 50% der Testspezies
MJNQ _T	mittleres Jahresniederwasser
MoRE	Modelling of Regionalised Emissions
MPA	maximum permissible addition
MQ	mittlerer Abfluss
n	Anzahl der Proben
N	Stickstoff
Na ₄ EDTA	Tetranatriummethyldiamintetraacetat
NAPV	Nitrat-Aktionsprogrammverordnung

Abkürzung	Langbezeichnung
n.b.	nicht bekannt
NG	Nachweisgrenze
NGP	Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan
NH ₃	Ammoniak
NH ₄	Ammonium
NH ₄ -N	Ammoniumstickstoff
Ni	Nickel
n.n.	Nicht nachweisbar
NO ₃ -N	Nitratstickstoff
NOEC	No Observed Effect Concentration
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OG	Oberflächengewässer
OWK	Oberflächenwasserkörper
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBDE	Polybromierte Diphenylether
PBT	Persistent, bioakkumulativ, toxisch
PFAS	Per- und polyfluorierte alkylierte Substanzen
PFOA	Perfluoroktansäure
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure
PFOSF	Perfluoroktansulfonylfluorid
PIC	Prior Informed Consent (Zustimmung nach Inkenntnissetzung)
PNEC	Predicted No Effect Concentration
POP	Persistent Organic Pollutants (Persistente organische Schadstoffe)
QZV	Qualitätszielverordnung
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals
RL	Richtlinie
SML	spezifischer Migrationswert
Sn	Zinn
SVHC	Substance of Very High Concern (besonders besorgniserregende Sustanz)

Abkürzung	Langbezeichnung
T	Temperatur
TBT	Tributylzinn
TBTO	Tributylzinnoxid
TM	Trockenmasse
TW	Trinkwasser
TWV	Trinkwasserverordnung
TWI	Tolerable Weekly Intake (Tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge)
UBA	Umweltbundesamt Deutschland
UNEP	United Nations Environment Programme
UQN	Umweltqualitätsnorm
vPvB	sehr persistent, sehr bioakkumulativ
w	Woche
WHO	Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation)
WRG	Wasserrechtsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZHK	Zulässige Höchstkonzentration



Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

bmlrt.gv.at